Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN GÖTTINGEN · H. v. FICKER WIEN · R. GRAMMEL STUTTGART

O. HAHN BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL UTRECHT · M. v. LAUE BERLIN · E. v. d. PAHLEN POTSDAM

F. SAUERBRUCH BERLIN · H. SPEMANN FREIBURG I. BR. · H. STILLE BERLIN · F. v. WETTSTEIN BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 22 (SEITE 377—392) · 2. JUNI 1939 · 27. JAHRGANG

INHALT:

Gedanken zur Genzentrentheorie Vavilovs. Von ELISABETH SCHIEMANN. (Mit 2 Figuren) . . . 377

Sonnensystemprojektor und Siriusparallaxen- und -aberrationsprojektor, zwei neue Zusatzgeräte zum Zeiss-Planetarium. Von H. RAUDENBUSCH. (Mit 8 Figuren) 383

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN:

Anregung von Kettenpolymerisationen durch freie Radikale. Von G. V. SCHULZ und G. WITTIG. (Mit 1 Figur) 387

Mischoxydphasen mit unvollständigem Sauerstoffgitter. Von LARS GUNNAR SILLÉN und BENGT AURIVILLIUS. (Mit 1 Figur) 388

Biotin als Zuwachsfaktor für *Bact. radicicola*. Von R. NILSSON, G. BJÄLFVE und D. BURSTRÖM 389

Über Spannungswirkungen auf Zellen in vitro nach Messungen der Doppelbeugung. Von H. H. PFEIFFER 389

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses siehe II. Umschlagseite!

Röntgen-

Grob- und Feinstrukturuntersuchung

mit

Seifert-

Röntgenapparaten

Verlangen Sie Sonderdrucke über die Verwendung von Röntgenstrahlen für technische Untersuchungen.

RICH. SEIFERT & CO. / HAMBURG 13

Naturwiss.

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses!

Kristallisation von schwach vulkanisiertem Kautschuk durch Druck. Von P. A. THIESSEN und W. KIRSCH 390
Versuche zur Trennung isotoper Moleküle in einer Gleichstrom-Glimmentladung. Von W. GROTH und P. HARTECK. (Mit 1 Figur) . 390
Zur Steuerung der Pflanzenatmung durch Hormone. Von W. RUHLAND und K. RAMSHORN 391
Gewebekultur bei Drosophila. Von I. FISCHER und G. GOTTSCHEWSKI 391
BESPRECHUNG:
Handbuch der Vererbungswissenschaft. Herausgegeben von E. BAUR† und M. HARTMANN. Band II, H., Lieferung 22. CORRENS, C.†, Nichtmendelnde Vererbung. (Ref.: Eckhard Kuhn) 392
Berichtigung 392

BEZUGSQUELLEN

ANALYSENWAAGEN
Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

GLASTEILUNGEN
J. D. Möller G. m. b. H., Wedel/Holstein

MIKROSKOPISCHE HILFSMITTEL
Bernhard Halle Nachf., Berlin-Steglitz, Hubertusstraße 11: Polarisations-Optik

MIKROTOME
Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

MINERALIEN UND GESTEINE
Mineralien-Niederlage der Staatl. Sächs. Bergakademie Freiberg/Sa.

PHOTOZELLEN
Dr. B. Lange, Berlin-Dahlem, Garystr. 45/47

PHYSIKALISCHE APPARATE
Berliner physikalische Werkstätten G. m. b. H., Berlin W 35, Woyrschstr. 8. Telegrammadr. Physik

PRÄZISIONSWAAGEN
Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

SPEKTRALAPPARATE
Bernhard Halle Nachf., Berlin-Steglitz, Hubertusstraße 11: Spektral-Optik für d. sichtb. u. U-V-Gebiet

BORKUM BALTRUM LANGEOOG
JUIST SPIEKEROOG
NORDERNEY WANGEROOGE
Natürliche Heilkräfte der Nordsee!
„Reisewinke" durch den Landesfremdenverkehrsverband Ostfriesland, Emden.

Zur Zeit ist Anzeigen-Preisliste Nr. 4 gültig!

Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Entwicklung

Von

Professor Dr. **Hans Spemann,** Freiburg i. Br.

Deutsche Ausgabe der Silliman Lectures, gehalten an der Yale University im Spätjahr 1933

Mit 217 Abbildungen. VIII, 296 Seiten. 1936
RM 27.—; gebunden RM 29.60

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

27. Jahrgang | 2. Juni 1939 | Heft 22

Gedanken zur Genzentrentheorie Vavilovs.

Von ELISABETH SCHIEMANN, Berlin-Dahlem.

Auf dem V. Intern. Kongreß für Genetik in Berlin 1927 hat der russische Genetiker N. VAVILOV vor einem größeren Kreise seine „Genzentrentheorie" dargestellt (13), die er nach langjährigen Untersuchungen und Erfahrungen im Jahre 1925 erstmalig im Bulletin of Applied Botany in einer Abhandlung: Origin of cultivated Plants (12) niedergelegt hatte. Diese Theorie ist als ein Merkstein in der Geschichte der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung anzusehen, da sie als Impuls für neue Methoden und großzügige Forschung in der Landwirtschaftswissenschaft der ganzen Welt wirksam gewesen ist und noch heute ist. Ist diese Bedeutung nicht zu übersehen und wird sie — mit hier nicht zu berücksichtigenden Ausnahmen — anerkannt, so ist der eigentlich theoretische Gedanke, den sie zum Ausdruck bringt, bald zum Gegenstand kritischer Erörterung geworden, und das Für und Wider ist bis heute nicht verstummt. Es lohnt deshalb vielleicht, sich über den heutigen Stand des Problems Rechenschaft zu geben.

Der Titel der VAVILOVschen Arbeit zeigt sofort, daß es sich dabei um ein Problem der *Kulturpflanzen* handelt. Es ist wichtig, dies im Auge zu behalten. Sicherlich ist manches Mißverständnis der VAVILOVschen Gedankengänge dadurch entstanden, daß diese Tatsache übersehen wurde. Andererseits aber kann man den Autor nicht ganz davon freisprechen, daß er die Grenze dieser Betrachtungsweise nicht nur selbst überschritten, sondern auch in seinen Darstellungen nicht immer ganz deutlich gemacht hat. Die Formulierung seiner Theorie ist klar und scharf, und sie ist sich inhaltlich gleichgeblieben, wenn sich auch die Abgrenzung der Areale mit zunehmenden Kenntnissen etwas verschoben hat.

Was besagt die Theorie? Es dürfte zum besseren Verständnis zweckmäßig sein, ihren Werdegang zu verfolgen.

Die erste systematische Gliederung und Ordnung von Kulturpflanzen hat begreiflicherweise die Getreide, als die wichtigsten unter ihnen, betroffen. Das Bedürfnis danach entstand im Anschluß an das Aufkommen einer bewußten wissenschaftlich begründeten Pflanzenzüchtung um die Mitte des 19. Jahrhunderts. Ihr hervorragendster und für die Entwicklung der Pflanzenzüchtung entscheidendster Vertreter war PHILIPPE DE VILMORIN. Er erkannte die Bedeutung der Vielförmigkeit innerhalb der bestehenden Sorten des Getreides, und es gelang ihm, auf Grund seiner feinen Naturbeobachtung ein Gesetz vorwegzunehmen, das erst ein halbes Jahrhundert später durch die Wiederentdeckung der MENDELschen Regeln seine wissenschaftliche Erklärung fand. Er führte als Kriterium für den Wert einer Sorte die Beurteilung aus der Nachkommenschaft ein und legte mit diesem „VILMORINschen Prinzip" die Grundlage für die bei uns später als „deutsches Ausleseverfahren" bezeichnete Züchtungsmethode. Sie isolierte aus dem bisher etwas bunten Material an Getreiden, das der Landmann baute, die unterschiedlichsten Formen, züchtete sie zur Konstanz durch und baute damit einheitliche Reinzuchten nach bestimmt bevorzugten Merkmalen auf. Der Mendelismus lehrte diese Merkmale als auf erblichen Anlagen, den Genen, beruhend verstehen und gab damit den Schlüssel zur Kombinationszüchtung, welche das erste Viertel des 20. Jahrhunderts beherrschte. Diese berücksichtigte sowohl morphologische Merkmale quantitativer wie qualitativer Natur (z. B. Ährendichte, Ährenlänge, Weiß- oder Rotkörnigkeit), als auch seit den ersten klassischen Resultaten NILSSON-EHLES die landwirtschaftlich wichtigeren physiologischen Merkmale (Rostfestigkeit, Winterhärte usw.). So entstanden in dieser Zeit allenthalben die „Hochzuchten", die, von kontrollierenden landwirtschaftlichen Organisationen anerkannt, bald den Markt beherrschten.

Diese ganze Entwicklung mußte naturgemäß das Interesse an der Formenmannigfaltigkeit des Getreides erregen. VILMORIN sammelte selbst nicht nur die im Lande angebauten Formen, sondern hat wohl als erster das zustande gebracht, was wir heute als „Sortiment" zu bezeichnen pflegen, eine *lebende* Sammlung, die den Formenreichtum in kleinen Versuchsparzellen dauernd festzuhalten und aus der der Züchter zu Auslese- und zu Kreuzungszwecken zu schöpfen imstande ist. Er brachte über diese Sammlung eine Veröffentlichung heraus, Les Meilleurs Blés, in der die wichtigsten Vertreter in großen Farbtafeln dargestellt sind, ergänzt durch einen Textband.

1885 hat FRIEDRICH KÖRNICKE zum erstenmal den Versuch gemacht, die bis dahin bekannte Mannigfaltigkeit des Getreides nach *systematischen* Gesichtspunkten zu ordnen und hat jeder Form einen lateinischen Varietätennamen gegeben. Dabei wurden jedoch nur die in die Augen fallendsten Merkmale: Form der Ähre bzw. Rispe, Farbe, Begrannung erfaßt. Es ergab sich, wie wir das seit MENDEL übersehen, ein Kombinationsschema für 3—4 Merkmale (nicht einfach gleichzusetzen mit Faktoren!), ohne daß damit wirklich systematische (d. h. phylogenetisch bestimmte) Gesichtspunkte berücksichtigt worden sind. Was damit erreicht war, war eine schnelle Orientierung und eine

internationale Verständigung über die Formenmannigfaltigkeit der bis dahin in Praxis und Wissenschaft bekannten Getreide. Wie groß der heuristische Wert dieses KÖRNICKEschen „Systems" war, erhellt am besten daraus, daß bis heute seine Varietätenbezeichnung beibehalten ist und als Grundlage systematischer Arbeiten über Kulturpflanzen verwendet wird, obgleich die praktische und theoretische Unzulänglichkeit derselben längst eingesehen wird (VAVILOV 1923, SCHIEMANN 1929, FLAKSBERGER 1929).

Der zweite große Versuch, die Mannigfaltigkeit der Getreide zu praktischen Zwecken, aber von theoretisch wissenschaftlichen Gesichtspunkten aus zu erfassen, ging von ROBERT REGEL in Moskau aus. In dem von ihm 1908 begründeten Bulletin für Angewandte Botanik brachte er 1915 (Bd. 8) einen Bericht heraus, in dem eine Übersicht über das Gerstensortiment gegeben ist, das er in den russischen Stationen des Bureau für Angewandte Botanik zum Anbau zusammengebracht hatte. Es umfaßt bereits über 500 Gerstensorten.

REGELS Sortiment ist, entsprechend dem ihm zur Verfügung stehenden weiten und klimatisch wie edaphisch[1] äußerst vielartigen russischen Territorium, bereits um eine Fülle Westeuropa fremder Typen reicher. Sein Erbe übernahm VAVILOV, der, von vornherein genetisch orientiert, die Formenfülle als Ausdruck der natürlichen erblichen Variabilität phylogenetisch zu verstehen sucht.

Die einleitenden Worte seines obenerwähnten Aufsatzes: Studies on the Origin of Cultivated Plants zeigen den Gedankengang, dem er gefolgt ist; er ist für das weitere Verständnis seiner Theorie wichtig: „Bei der Untersuchung der Variabilität der Kulturpflanzen mußten wir feststellen, daß bestimmte *Formsysteme* innerhalb der Grenzen der LINNÉschen Arten und Gattungen existieren ... allgemeine Schemen ihrer erblichen Variation." Das diesen Systemen zugrunde liegende Gesetz ist das „Gesetz der homologen Reihen", wie VAVILOV es nannte (11). Es bringt die Tatsache zum Ausdruck, daß innerhalb der LINNÉschen Gattungen und Familien die Variabilität verwandter Arten die gleichen Wege einschlägt, und deckt sich im wesentlichen mit DARWINS Begriff der „Parallelvariation". Ihm zufolge läßt sich aus dem Vorkommen bestimmter Varianten innerhalb einer Art auf die Existenz der gleichen Varianten auch in verwandten Arten schließen, die bisher nicht bekannt waren.

Die so erkannten Lücken zu füllen, griff VAVILOV auf ältere Mitteilungen über Herde der Mannigfaltigkeit, zunächst des Getreides, zurück. SCHIMPER (1838) und A. BRAUN (1871) hatten auf Abessinien, SOLMS-LAUBACH (1899) und STAPF (1909) auf den Himalaja und das chinesische Turkestan hingewiesen. VAVILOV hat in den Jahren nach dem Kriege Expeditionen in diese und andere wichtig erscheinende Gegenden unternommen und ein außerordentlich großes Material der verschiedensten Getreidearten — darüber hinaus von Kulturpflanzen überhaupt — zusammengebracht. 1920 sind es bereits 3000 Weizen aus Rußland und Asien; 600—700 Gersten; 700 Hafer.

Dieses Material wurde in Rußland angebaut, morphologisch-systematisch bestimmt, und zwar nach neuen genetischen Methoden unter möglichst weitgehender Analyse der „genotypischen Gruppen". Wegen der naturgemäßen Verknüpfung mit pflanzengeographischen Gesichtspunkten hat VAVILOV seine Methode nicht unrichtig als eine systematisch-pflanzengeographische Differentialmethode bezeichnet. Die Methodik der Untersuchung ist in einigen Leitsätzen zusammengefaßt, die noch heute volle Gültigkeit haben und darum in abgekürzter Form wiedergegeben seien:

1: Strenge Differenzierung der betreffenden Pflanze in LINNÉsche Arten und geographische Gruppen mittels verschiedener Methoden (morphologisch-systematisch, hybridologisch, cytologisch, parasitär).

2. Bestimmung der Gebiete dieser Arten, wenn möglich in älterer Zeit (als der Verkehr schwieriger war).

3. Analyse der interspezifischen Variabilität: a) beschreibend, b) vergleichend, nach dem Gesetz der homologen Reihen.

4. Feststellung der geographischen Verteilung der Mannigfaltigkeit; Aufsuchen des Maximums der Mannigfaltigkeit.

5. Vergleich desselben mit dem Mannigfaltigkeitszentrum benachbarter Kulturarten

6. und mit dem der nächstverwandten Wildarten.

Die Untersuchungsmethoden zu 1. haben sich seither insofern etwas verschoben, als die cytologische ein stärkeres Gewicht erhalten, die „parasitäre" an Gewicht verloren hat, dagegen andere, vergleichend physiologische, wie besonders die Beurteilung des Photoperiodismus, größeren Wert bekommen haben.

Das Ergebnis der Untersuchung war — in teilweiser Übereinstimmung mit den obengenannten älteren Ansichten, aber weit darüber hinausgehend — die Erkenntnis, daß *die Mannigfaltigkeit der fast über die ganze gemäßigte Zone angebauten Kulturpflanzen sich auf ganz bestimmte, ziemlich eng begrenzte Areale der Erde beschränkt*, die VAVILOV als „Mannigfaltigkeits- oder Genzentren" bezeichnet. Sie sind das Mannigfaltigkeitszentrum *jeweils für eine größere Anzahl von Kulturpflanzen gleichzeitig*, wie aus Tabelle 1, Spalte 2, hervorgeht.

In den ersten Mitteilungen (1925 und 1927) stellt VAVILOV 5 Hauptgenzentren auf, die im Laufe der Weiterarbeit mit einigen Korrekturen auf 7 erweitert werden. Sie sind mit ihren Wandlungen in Tabelle 1 dargestellt. Diese gibt zugleich den heutigen Stand unter Berücksichtigung sämtlicher in Tabelle 2 aufgeführten Expeditionen der

[1] Vom Boden bedingt; von *ἔδαφος* = Boden.

letzten Jahre. Dabei muß man sich darüber klar sein, daß durch diese Sammlung zunächst nur der Phänotypus erfaßt ist, zerlegt in die ihn kombinierenden Einzelmerkmale. Sie *repräsentieren* die ihnen zugrunde liegenden Gene, sind aber nicht mit diesen gleichzusetzen. Nur unter dieser stillschweigenden Voraussetzung, also nur im erschlossenen Sinne, kann Mannigfaltigkeitszentrum gleich Genzentrum gesetzt werden.

Neben diesem Grundergebnis, der Feststellung von Mannigfaltigkeitszentren für die einzelnen Kulturpflanzen, steht eine Reihe weiterer, welche für die Schlußfolgerungen maßgebend geworden sind:

1. *Vom Mannigfaltigkeitszentrum einer Pflanze aus nimmt nach der Peripherie des Verbreitungsgebietes die Zahl der Gene ab* — kurz gesagt: die Kulturpflanzen werden einförmiger.

Dabei ist die Verteilung der Gene derart, daß im Zentrum (im allgemeinen) alle in der Peripherie bekannten Gene und darüber hinaus eine große Anzahl endemischer Formen mit in der Peripherie unbekannten Genen vorkommen. Man hat von einer „Verdünnung" vom Zentrum nach der Peripherie gesprochen. BATESON formulierte diese Tatsache als „unpacking-Theorie" (1924) — man könnte dies am besten mit Abbautheorie übersetzen.

2. Im Zusammenhang mit dieser ersten Tatsache zeigte sich, daß die Sippen der *Peripherie* besonders *reich an rezessiven Genen* sind, womit die Einförmigkeit und Konstanz ihrer Merkmale zusammenhängt. Umgekehrt sind die *Zentren reich an dominanten Merkmalen*, von denen viele in der Peripherie fehlen. Die Feststellung dieser Tatsache bezeichnet VAVILOV als „Dominanzregel": die Genzentren sind zugleich „Stätten vorherrschender Anhäufung dominanter Formen, gekennzeichnet durch dominante Gene". Als Beispiel für Abessinien seien genannt: deficiens-Gersten, Schwarzährigkeit, Anthocyan in der ganzen Pflanze u. a.; Roggen in Kleinasien dominant, in Afghanistan und Buchara rezessiv, aber noch vielförmig. Europa, speziell Mittel- und Nordeuropa, kennzeichnet sich durch seine Kulturpflanzen damit als ein peripheres Gebiet mit seinem Übergewicht an weiß- und lockerährigem Getreide.

Die Einführung der genetischen Analyse in die systematische Beurteilung zeigte, daß die Phänotypen der eingesammelten Formen in den Primärzentren in überwiegender Weise durch die dominanten Gene bestimmt waren. Sie brachte die Auflösung derselben in Homo- und Heterozygote, von denen die letzteren bei Reinzucht ihre rezessiven Allele abspalteten und damit vielfach Kombinationstypen ergaben, die aus der Peripherie der Verbreitungsgebiete bekannt waren. Damit war eine Erklärung für die Dominanztheorie nahegelegt: die rein geometrische periphere Vergrößerung des Raumes setzt naturgemäß die Konkurrenz der bestehenden Formen herab und erlaubt es den Rezessivtypen, sich in Reinzucht zu erhalten. Das geschieht in doppelter Weise: einmal so, daß die Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen an verschiedenen Stellen der Peripherie die Auslese nach verschiedener Richtung lenken kann; das feuchte Klima Westeuropas wird andere Formen selektieren als die kalten, trockenen Winter Mitteleuropas. Dazu kommt dann die selektierende Arbeit des Menschen, die ihm genehme Formen bevorzugen wird; unter diesen sind aber gerade viele rezessive, wie die genannte Weißährigkeit und -körnigkeit. In der Naturselektion sind sie unterlegen, wie viele genetische Analysen seit 1900 gezeigt haben. „In ihrer Wirkung", sagt VAVILOV (14), „sind der Prozeß der geographischen Isolierung und der Einfluß der künstlichen Selektion sich gleich: sie selektieren aus der genetischen Grundlage die rezessiven Gene."

Man darf indes nicht der Versuchung verfallen, dieses „Schema" zu verallgemeinern. Der Zusammengang der natürlichen und künstlichen Selektion kann auch zu anderen Kombinationen führen. Quantitative Merkmale, wie Korngröße, Bestockung u. a., sind das Resultat gehäufter dominanter Gene. Als Kombinationstypus wird daher resultieren: dominante Korngrößengene + rezessive Farbgene. Auch ist Farblosigkeit, besonders bei Tieren, aber auch bei Pflanzen, als Wirkung dominanter Hemmungsgene bekannt.

3. Neben den Hauptmannigfaltigkeitszentren weisen manche Kulturpflanzen noch ein oder mehrere weniger bedeutende, aber dennoch deutliche, weitere Häufungsgebiete für Formen (bzw. Gene) auf, die VAVILOV als Sekundärzentren bezeichnet. Sie sind in doppelter Weise gekennzeichnet: a) durch eine Häufung rezessiver Formen, also genetischer Rezessiv-Homozygoten, b) durch ihre besondere geographische Lage in irgendwie *natürlich isolierten Gebieten*: auf Inseln, auf isolierten Gebirgen, Oasen u. dgl.

Die Bezeichnung Primär- und Sekundärzentrum enthält ein phylogenetisches Werturteil, über das noch zu sprechen sein wird.

Wie ist die Entstehung von Mannigfaltigkeitszentren zu verstehen?

Wir kennen heute 3 Ursachen der *Variabilität:*

1. Genmutation,

2. Chromosomenmutation, d. h. die chromosomale Veränderung, die sehr verschiedenartige Wege gehen kann,

3. Kombination durch Hybridation,

die ihrerseits wieder in mannigfachem Zusammenwirken variationsbildend wirken; es sei nur an die Erscheinung der Amphidiploidie erinnert, welche — sterile und seltene — Art- und Gattungskreuzung durch Verdoppelung der Chromosomenzahl sprunghaft zum Ausgangspunkt einer neuen Art macht.

Ebenso mannigfach sind die Ursachen der Formen*konstanz*; die wichtigsten sind:

1. Selbstbestäubung.

2. Apogamie, d. h. zelluläre Fortpflanzung ohne Geschlechtszellverschmelzung.

3. Vegetative Fortpflanzung.

Tabelle 1. Die Genzentren.

Nach VAVILOV 1927		Nach SCHIEMANN 1931, ergänzt	Nach ROEMER u. TROLL 1937
1. *Südwestasien* mit Einschluß von Indien, südl. Afghanistan, Buchara, Kaschmir, Persien, Ost- und Mittelkleinasien, Transkaukasien	1. Hexaploide Weizen, Hafer, kleinsamige Leguminosen, Lein, Öl- und Rübencruciferen, Kernobst, Pflaume, Kirsche, Mandel, Wein	1. *Südwestasien* wie 1927, aber mit 2 Häufungsgebieten: Turkestan-Afghanistan, Kaukasus-Transkaukasien	1. Gebirge des westlichen Himalaja und Hindukusch
	2. Reis, Zucker, Baumwolle, Citrone, Cocos, Banane(?)	2. *Indien*, tropisch, Vorder- und Hinterindien, Indochina, Siam	
2. *Südostasien* mit Einschluß vom Gebirgsteil Chinas, Japans, Nepals	3. Nacktgerste, Nackthafer, Soja, Gurke, Tee, Pfirsich, Aprikose	3. *Gebirgiger Teil von China*, Hochtäler des Hoangho u. Jangtsekiang, Nepal und angrenzende Länder	2. Gebirge des östlichen China 3. Gebirge des östl. Himalaja (Nepal)
3. *Mittelmeergebiet* mit Einschluß von West- und Südwestkleinasien (ausschließlich Algier, Tunis, Marokko), Syrien, Palästina, Griechenland, Pyrenäen-, Appenninhalbinsel, Ägypten	4. Einkorn, versch. Hafer, großsamige Leguminosen, großsamiger Lein, Kohl, Rüben, Futterleguminosen, Süßkirsche, Wein, Feige, Ölbaum	4. *Mittelmeergebiet*	4. Gebirge Kleinasiens u. des Mittelmeergebietes
4. *Nordostafrika*, Abessinien und Erythraea	5. Tetraploide Weizen (Emmer und Hartweizen), bespelzte Gerste, Abess. Hafer, großsamige Erbse und Linse, Melone und Flaschenkürbis, Kaffee, Baumwolle, Dattel, Feige	5. *Nordostafrika*, Abessinien und Erythraea	5. Gebirge Abessiniens
5. *Amerika*, Mexico Guatemala, Columbien, Peru	6. Mais, Bohne, Kürbis, Pfeffer, Tabak, Kakao, Baumwolle, Tomate	6. *Amerika*, Mexico, Mittelamerika	6. Gebirge des südlichen Mexico
	7. Mais, Kartoffel, Erdnuß, Cocain, Chinin, Baumwolle	7. Peru, Bolivien, Chile	7. Gebirge von Bolivien, Peru, Chile.

Die Erscheinung der Aposporie, d. h. zelluläre Fortpflanzung ohne Geschlechtszelldifferenzierung, kann sowohl zu 2. als zu 3. gestellt werden.

4. Cytologische Besonderheiten, wie der höchst verwickelte Reduktionsvorgang bei den Komplexheterozygoten, deren Prototyp Oenothera geworden ist.

Es ist durchaus denkbar, daß wir für beides, Variabilität und Konstanz, noch weitere Modi kennen lernen.

Zu diesen gewissermaßen inneren Ursachen, welche das Erbbild bestimmen, kommen nun die äußeren Ursachen, die Wirkungen der Umwelt, welche ihrerseits das Erbbild ebensosehr wie das Erscheinungsbild zu verschieben vermögen. Uns interessiert hier nur die Veränderung des Erbbildes, und der verändernde Faktor ist dabei die Auslese. Die Auslese greift am Phänotypus an — das ist festzuhalten —, ebenso wie der Phänotypus es ist, der das Objekt unserer Naturbeobachtung und unserer Naturverwertung (-beherrschung) ausmacht.

Die Frage nach den auslesenden Faktoren kann man zusammenfassend mit 2 Worten beantworten: Klima und Boden — ersteres bestimmt durch geographische (Länge und Breite) und orographische (Höhenlage, Gebirge oder Ebene, maritime oder kontinentale) Lage — wird sich aber darüber klar sein müssen, welch große Fülle von Einzelfaktoren hierunter begriffen ist.

Dazu kommt neben den räumlichen Faktoren der zeitliche Faktor. Die Auslese geht in der Zeit vor sich. Auf dem Boden des Entwicklungsgedankens stehend — und ein anderer Standpunkt ist dem Biologen wohl nicht möglich —, muß man ferner in die Erklärung der Mannigfaltigkeit sowohl der wilden Flora wie der Kulturpflanzen die phylogenetische Ableitung von einfacheren und einheitlicheren Formen mit aufnehmen.

Berücksichtigt man die „Konstanz der Formen" einerseits, die Kleinheit der Mutationsschritte, die Letalität vieler Mutationen, sowohl der Gen- als der Chromosomenmutationen, andererseits, so ergibt sich, daß mit großen Zeiträumen zu rechnen ist.

Eine Pflanzenart wird sich am lebhaftesten dort entwickeln, wo sie die ihr zusagendsten Außenbedingungen findet; sie wird dort das Areal dicht besiedeln und im größeren Rahmen des Gebietes auch in extreme Standorte vordringen und damit eine breite Basis für Mutationsvorgänge liefern. Nach unseren experimentellen Erfahrungen wirken aber extreme Außenbedingungen mutationsauslösend. So wird das Nebeneinander normaler und extremer Bedingungen, wie es sich besonders häufig

Tabelle 2.

Gebiet	Forschungsreise			Veröffentlichung	
	Jahr	Ziel	Forscher	Jahr	Ort, Zeitschrift oder Buch
I. Asien					
a) Südwestasien	1924	Afghanistan	N. VAVILOV, D. D. BUKINICH und V. N. LEBEDEW	1929	Agricultural Afghanistan, B. a. B. Suppl. 33 und viele Einzelmonographien
	1924/25	Persien, Khorassan u. Seistan	VAV. u. TSCHERNYAKOVSKAJA	1930	B. a. B. 23 V
	1925	Oase Khiwa	V. und KOBELEW	1929	B. a. B. 20
	1926	Azerbeidjan	KULESCHEW	1927	B. a. B. 17 IV
	1927	Turkestan, Kaukasus	V. und JEKIMOW	1929	IX. Intern. Hort. Congr.
				1931	B. a. B. 26 III
	1935	Hindukusch	Deutsche Hindukuschexpedition	1937	Deutsche im Hindekusch +
b) Kleinasien	1925/26	Kleinasien	P. M. ZHUKOVSKY	1927	B. a. B. 17 IV
	1926	Kleinasien	E. BAUR und F. BERKNER	1927	Z. Pflanzenzüchtg. **12** +
				1927	Pflanzenbau **3**
	1928	Zentral-, Süd- und West-Anatolien	CHRISTIANSEN-WENIGER	1932	Z. Pflanzenzüchtg. **18** +
	1931	Ostanatolien	CHRISTIANSEN-WENIGER	1932	Z. Pflanzenzüchtg. **18** +
c) Zentralasien[1]	1916	Taschkent, Samarkand	G. A. BALABAJEW	1925	B. a. B. 15 I
				1925	B a. B. 16 V
	1924	Süd-Altai	SINSKAJA	1925	B. a. B. 14 I
	1929	Sinkiang	N. VAVILOV, M. G. POPOV u. DUBIANSKY	1929	B. a. B. 22 III
				1931	B. a. B. 26 III
d) Ostasien	1922	Mongolei	PISSAREW	1925	B a. B. 15 I
	1929	Korea, Japan, Formosa	N. VAVILOV	1931	cit. in B. a. B. 26 III, p. 33
	1932	West-Sibirien u. Sayany	G. A. BALABAJEW	1933	B. a. B. Ser. A.
	1935	Ost-Tibet	HARRY SMITH, Uppsala	1938	Ann. Coll. Agr. Sweden, Åberg. +
II. Mittelmeergebiet	1927	Küstenländer des Mittelm., Syrien, Palästina, Transjord.	VAVILOV	1927	B. a. B. 17
III. Afrika	1929	Abessinien, Erythraea	VAVILOV u. a.	1931	B. a. B. Suppl. 51
IV. Amerika					
a) Nordamerika	1921	Ndl. U. S. A., Kanada	VAVILOV		Keine besondere Veröff.
b) Mittleres Amerika	1925	Mexiko, Guatemala, Colombia	VAVILOV und S. M. BUKASOV	1930	B. a. B. Suppl. 47
				1931	B. a. B. 26 III
				1933	B. a. B. Ser. II, Nr. 2 (Rybin)
c) Südamerika	1927/28	Peru, Bolivien, Chile	S. V. JUZEPCZUK	1929	Bericht d. Allruss. Kgr. f. Genetik, Ergänzungen S. 238—240
				1930	Z. f. ind. Abst. u. V.lehre **53**
	1930/31	Argentinien, Uruguay, Chile, Bolivien, Peru, Ecuador, Kolumbien	E. BAUR und R. SCHICK	1931	Züchter **3**, 365; 1934, **6**, 273 +
				1934	Naturw. **22**, 283
				1937	5. Int. Kgr. Ldw. Wiss. **1**, 349
		Insel Chiloe	KALT (für BAUR)	1932	Züchter **4**, 233 +

B. a. B. = Bulletin of applied Botany. + = Reise nicht russisch.

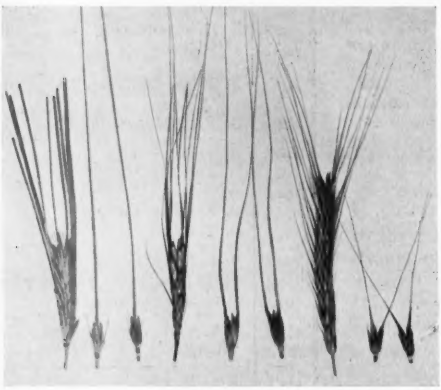
in Gebirgsgegenden findet, leicht zur Ausbildung einer Mannigfaltigkeit führen. Bei der sehr starken lokalen Veränderung der Außenbedingungen im Laufe der Zeiten müssen sich damit auch die Mannigfaltigkeitszentren lokal bedingt zeitlich verschieben: die zeitliche Entwicklung wird von einer räumlichen Verschiebung begleitet sein — dem Begriff Mannigfaltigkeitszentrum wohnt eine zeitliche Begrenzung inne, die durch die geologischen Erdperioden mit ihren Klima- und Niveauschwankungen gegeben ist. Damit ist gesagt, daß das Mannigfaltigkeits-

[1] Nach Fertigstellung des Druckes erscheint in *Der Biologe* VIII, H. 4 (1939) die Mitteilung, daß die erste Deutsche S.S.-Tibetexpedition unter Führung von Dr. ERNST SCHÄFER auch Kulturpflanzen gesammelt hat: „Die botanische Sammlung umfaßt alle Getreidearten und sämtliche Nutzpflanzen aus verschiedenen Höhenlagen und Kulturzonen."

zentrum einer Art in einer früheren Erdperiode an anderer Stelle gelegen haben kann, und damit auch ihr Entstehungszentrum.

Für die „Kulturpflanzen" ist dabei eine obere zeitliche Grenze mit dem Auftreten des Menschen gesetzt an *der* Stelle, wo mit Pflanzen*kultur* zu rechnen ist. Man darf sagen, daß diese, wenn auch unbewußt, mit der Seßhaftigkeit beginnt. Wo der Mensch zum erstenmal die wilden Pflanzen nicht nur sammelt, sondern erntet, um zu säen, beginnt die künstliche unbewußte Auslese und damit der Eingriff des menschlichen Willens in die Formgestaltung in der Pflanzen- (und Tier-)welt.

Die Prähistoriker legen dieses Stadium der Menschheitsentwicklung in die mittlere Steinzeit,



a b c

Fig. 1. Wildgetreide mit zerfallenden Ähren. a) Gerste, b) Emmerweizen, c) Roggen. Daneben je ein Ährchen vom Rücken und von der Bauchseite.

das Mesolithicum, das späte Miolithicum Rellini-Menghins. Das ist, ethnologisch gesprochen, die Zeit der ausgehenden Klingen- und Faustkeilkulturen, der frühen und mittleren Stammkulturen, geologisch gesprochen die Spät- und Nacheiszeit. Reste von Kulturpflanzen kennen wir heute indessen *mit Sicherheit*[1] erst aus dem Neolithicum, und zwar sind dies zuerst immer Getreide, speziell Gerste und Weizen. Wo uns aber diese in prähistorischen Funden begegnen, sei es in Europa, sei es in Vorderasien oder Ägypten, stets sind sie bereits in einem Zustand, der von dem der wilden Flora in ganz wesentlichen und ganz bestimmten Punkten abweicht. Sie präsentieren sich als *Produkte der Kultur*.

Es wird deshalb an dieser Stelle notwendig sein, den Unterschied zwischen Wild- und Kulturpflanze kurz ins Gedächtnis zurückzurufen. [Vgl. (5), S. 24ff, und (3).]

Fig. 1 zeigt Ähren von Gerste, Weizen, Roggen und je eines der Ährchen, aus denen die Ähre

[1] Den neuen Funddatierungen von MÜHLHOFER steht Verf. noch abwartend gegenüber.

zusammengesetzt ist und in die sie bei der Reife, von der Spitze nach unten allmählich fortschreitend, zerfällt, bis der leere Halm allein stehenbleibt. Wind oder vorbeistreifende Tiere nehmen diese sog. „Vesen" mit und streuen sie, oft weit von der Mutterpflanze entfernt, aus; mannigfache morphologische Hilfsmittel, Grannen und Haare, begünstigen diese Verbreitung — ja sogar für die Versenkung in eine gewisse Saattiefe in den Boden ist durch die pfeilartige Zuspitzung des dem Ährchen anhaftenden Spindelgliedes gesorgt —, Selbstbestattung hat man das genannt. Die Ablösung der Ährchen vollzieht sich durch Austrocknen eines anatomisch vorgebildeten Trennungsgewebes (ebenso wie der Laubfall im Herbst). Die groben

Fig. 2. Nichtbrüchige reife Roggentrespe Bromus secalinus aus dem Silltal.

verkieselten Spelzen, der feste Spelzenschluß, oft auch eine grobe Behaarung, liefern gleichzeitig Schutz vor Tierfraß wie vor Nässe und Fäulnis. Dem Kulturgetreide fehlen diese natürlichen Verbreitungs- und Schutzmittel; es ist für Schutz und Verbreitung auf den Menschen angewiesen: das Trennungsgewebe wird nicht ausgebildet, die zarteren Spelzen öffnen sich leicht und setzen das nackte Korn der Luftfeuchtigkeit aus, so daß bei ungünstiger Witterung bereits am Halm ein vorzeitiges Auskeimen stattfinden kann. Ernte, Saatlagerung, Aussaat und Bodenbereitung, alles erfordert den sorgsamen Eingriff des Menschen.

Es entsteht die Frage, ob mit diesem Eingriff vielleicht der Verlust der „Wildeigenschaften" etwas zu tun hat. Wir bejahen sie im Sinne der Selektionstheorie und haben deshalb zu fragen: Bietet die natürliche Variabilität wirklich ein ausreichendes Material, aus dem durch Auslese der Schritt von der Wildpflanze zur Kulturpflanze vollzogen werden kann?

Auch hierfür kann die Antwort heute im positiven Sinne gegeben werden. Wir wissen, daß der

Unterschied beispielsweise zwischen brüchiger und nichtbrüchiger Ährenspindel (Ausbildung des Trennungsgewebes) auf 1—2 mendelnden Anlagen beruht, d. h. also: durch Mutation entstanden ist. Wir sehen entsprechend unserer Erfahrung in vielen experimentell bearbeiteten Objekten, daß der Wildtyp (meist) dominant ist; er wird also in der Natur zahlenmäßig immer wieder die Überhand gewinnen, das um so mehr, als er zugleich positiven Selektionswert besitzt. In der Hand des Menschen ist der *positive* Selektionswert dagegen auf der Seite des rezessiven Merkmals (zähe Spindel); es wird deshalb durch Selektion und Weiterzucht (Isolation) zunächst homozygot gemacht; alsdann aber ist es in seiner Erhaltung von der Obhut des Menschen abhängig.

Wenn nun der Mensch aus der Heimat der großsamigen Wildgräser auswandert und sein Getreide mitnimmt, läßt er die dominanten Anlagen im Ausgangsgebiet zurück — es resultiert, was wir oben mit den Worten VAVILOVS wiedergegeben haben, „eine Emanzipation des Europäers von den dominanten Genen". Als Beispiel dafür, daß die kleinen mutativen Schritte wirklich in der Natur vorkommen, sei der von VAVILOV im westlichen Afghanistan aufgefundene Roggen genannt, welcher als Unkraut im Weizen (*nicht* in Eigenkultur) in allen denkbaren Abstufungen der Brüchigkeit mit völlig brüchiger Spindel (var. afghanicum) — mit leicht brüchiger — nur an der Spitze brüchiger — halbzäher — zäher Spindel vorkommt und so für *ein* Merkmal den Weg zeigt, den unter Häufung von Kleinmutationen der Kulturroggen bei der Entstehung aus dem Wildroggen gegangen sein kann — oder muß! Daß solche dem Menschen nützliche Mutationen auch an anderer Stelle und auch heute noch vorkommen, wohl auch ohne verwertet zu werden, konnte ich durch einen gelegentlichen Fund von Bromus secalinus mit festsitzenden reifen Ährchen an einem Berghang im Silltal unweit Wetzlar beobachten (s. Fig. 2): eine „Kultureigenschaft" an einem Wildgras!

Wenn DARWIN sagt: „Die Wirksamkeit der Zuchtwahl hängt von der Veränderlichkeit der organischen Wesen ab. Ohne Veränderlichkeit kann nichts erreicht werden" — so hat das Studium der *Erblichkeit* der Variabilität seit DARWIN gezeigt, daß die Voraussetzung in der Tat erfüllt ist. (Schluß folgt.)

Sonnensystemprojektor und Siriusparallaxen- und -aberrationsprojektor, zwei neue Zusatzgeräte zum Zeiss-Planetarium.

Von H. RAUDENBUSCH, Jena.

Bei der Beschreibung des klassischen Sonnensystems kommen zwei Umstände einer einfachen Veranschaulichung zustatten: Erstens bewegen sich die Planeten in nahezu der selben Ebene um die Sonne, und zweitens sind ihre Bahnen fast kreisförmig. So kann man ohne weiteres ein typisches Bild des Kopernikanischen Weltsystems entwerfen, indem man die Zeichenebene zur angenommenen gemeinsamen Bahnebene macht und um die Sonne als Mittelpunkt Kreise im richtigen Abstandsverhältnis als Planetenbahnen zeichnet. Letztere Darstellungsweise ist aber bis zu einem gewissen Grade irreführend: man erweckt so unwillkürlich die Vorstellung, als seien die Planetenbahnen etwas fest Vorgegebenes und zwängen als solches die Planeten, auf ihnen zu verbleiben. Dagegen wird bei der Darstellung der heliozentrischen Planetenbewegungen mittels des *Zeiss-Sonnensystemprojektors*, der neuesten Schöpfung von Prof. Dr.-Ing. W. BAUERSFELD, unmittelbar rein phänomenologisch eine richtige Anschauung der Vorgänge im Sonnensystem erzeugt, was dem Gerät einen hohen didaktischen Wert verleiht; es wurde von berufenem Munde als die „Krönung des Planetariumsgedankens" bezeichnet.

Die optische Wirkungsweise des Sonnensystemprojektors, der ein selbständiges Zusatzgerät zum Zeiss-Planetarium[1] ist, verdeutlicht Fig. 1; er besteht aus zwei getrennten Projektoren für die Sonne und die Planeten. Rohr *a* enthält den Sonnenprojektor. Das Licht der Glühlampe 1 leuchtet nach Durchgang durch die Kondensorlinse 2 die Kreisblende 3 gleichmäßig aus; es wird dann durch das Reflexionsprisma 4 auf einen sphärischen Glashohlspiegel 5 mit Aluminiumbelag der Vorderfläche geworfen, welcher die Blende auf die Planetariumskuppel als Sonnenscheibchen abbildet.

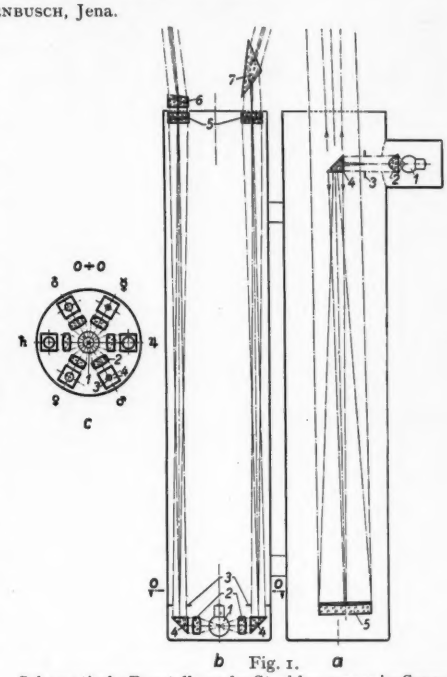


Fig. 1.

Schematische Darstellung des Strahlenganges im Sonnensystemprojektor. a) Sonnen-, b) Planetenprojektor, c) Schnitt o–o durch den unteren Teil des Planetenrohres.

[1] Vgl. H. v. KLÜBER, Das Zeiss-Planetarium. Naturwiss. 15, 249 (1927).

Rohr *b* enthält den Planetenprojektor. Wie die Fig. 1b und 1c zeigen, fällt das Licht einer einzelnen Glühlampe 1 durch 6 Kondensorlinsen 2 auf 6 Reflexionsprismen 4; diese senden das Licht durch 6 verschieden große Blenden 3, welche sodann durch die Projektionsobjektive 5 gleicher Brennweite als Planetenscheibchen auf die Kuppel abgebildet werden, und zwar zunächst ohne weiteres auf einen Punkt der Mittellinie des Planetenrohrs. Die Ablenkung des Bildes auf die maßstabrichtige Sonnenentfernung, bezogen auf 30° Winkelabstand des Saturns von der Sonne (was einem Beobachtungsstand in 2,4 Milliarden Kilometer Entfernung über der Sonne senkrecht zur Planetenbahnebene entspricht), sowie die Bewegung der Planetenbilder um die Sonne wird durch Prismen vorgenommen, die verschieden stark ablenken und zusammen mit den Projektionsobjektiven um deren optische Achse rotieren, und zwar bei Merkur, Venus, Erde und Mars durch achromatische Prismenkeile 6 und bei Jupiter und Saturn durch Reversionsprismen 7. Auf die anderen Planeten wird verzichtet, da auch das Hauptgerät des Planetariums sich nur auf die Darstellung der mit bloßem Auge sichtbaren Planeten beschränkt. Die Rotation der genannten optischen Teile, die, wie Fig. 2 zeigt,

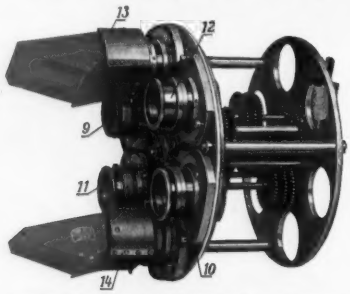


Fig. 2. Das freigelegte Objektivende des Planetenrohres mit dem Zahnradgetriebe für den Antrieb der drehbaren Projektionsobjektive und Prismenkeile 9, 10, 11 und 12 für Merkur, Venus, Erde und Mars bzw. Reversionsprismen 13 und 14 für Jupiter und Saturn.

in Kugellagern auf gemeinsamer Platte gelagert sind, wird durch Zahnradübersetzungen von einem Elektromotor bewirkt, dessen Drehgeschwindigkeit durch einen Widerstand reguliert werden kann. Ein Erdumlauf erfolgt schnellstens in 5 Sekunden. Außerdem ist die Drehrichtung des Motors umkehrbar; dies hat zwei Gründe: erstens läßt sich jede vergangene Planetenkonstellation wieder einstellen, und zweitens ist der Umlaufssinn der Planeten je nach der Sicht von Norden oder Süden verschieden.

Um die Sonne genau in das Zentrum der kreisförmigen Planetenbahnen zu bringen, muß der Sonnenprojektor ein wenig gegen den Planetenprojektor neigbar sein, wie in Fig. 1a durch die seitliche geneigte Stellung des Spiegels 5 angedeutet ist. Je nach Ausmaßen der Kuppel ist der Spiegel auf Bildschärfe einzustellen. Um die Scharfeinstellung des Planetenprojektors den Kuppeldimensionen entsprechend bequem vornehmen zu können, sind hier, wie Fig. 3 erkennen läßt, Projektionslampe 5, Kondensorlinsen und Reflexionsprismen 6, ferner die abzubildenden Kreisblenden 7 und längere Blendrohre 8 (zur gegenseitigen Abschirmung der 6 Strahlengänge im Innern des Planetenrohrs) an einer Doppelplatte angeordnet, die gegen das feststehende Rohr, das am oberen Ende die Projektionsobjektive trägt, bewegt werden kann; auf diese Art läßt sich die Projektionsweite zwischen 11 und 22 m variieren. Die Helligkeit der beiden Projektionslampen für Sonne und Planeten ist durch einen Widerstand regulierbar.

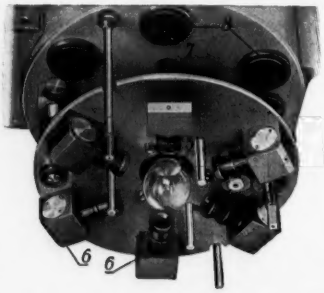


Fig. 3. Das freigelegte untere Ende des Planetenrohres.

Fig. 4 zeigt schließlich den fertig montierten Sonnensystemprojektor mit den elektrischen Zuleitungen für die Glühlampen und den Motor. Die ganze Apparatur findet neben der Schalttafel ihre Aufstellung und ist auf einen in etwa 60° Höhe gegenüberliegenden Punkt auf dem Planetariumsmeridian ausgerichtet. Zur Beseitigung des Motorengeräusches kann man das Gerät in

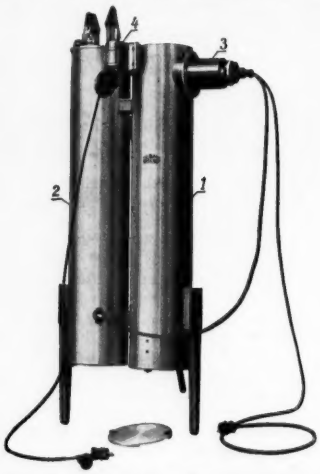


Fig. 4. Der fertig montierte Sonnensystemprojektor (etwa $^1/_{20}$ natürlicher Größe). 1 Sonnenrohr, 2 Planetenrohr, 3 Projektionslampe für die Sonne, 4 Elektromotor für den Planetenantrieb.

einer mit schalldämpfendem Material ausgefüllten Holzkiste unterbringen, die vorn vor den Objektivenden der beiden Rohre mit einer Spiegelglasplatte abgedeckt ist.

Entsprechend den Durchmessern der abgebildeten Blenden sind die Planetenscheibchen verschieden groß; doch soll dies nicht die Dimensionen der Planeten andeuten, sondern die relativen Helligkeiten, in denen der Beobachter, der ja in 1,7facher Saturnentfernung nördlich oder südlich der Erdbahnebene über der Sonne

seinen Stand hat, die Planeten sieht. Demgemäß wurde auch darauf verzichtet, die Planeten in ihren richtigen Lichtgestalten, also halbmondförmig darzustellen. Tatsächlich würde ein Beobachter im Raum, der sich in 1,7 Saturnweiten Abstand befindet, die Wandelsterne nur als Lichtpunkte ohne flächenhafte Ausdehnung erkennen, ähnlich wie Venus am irdischen Himmel dem bloßen Auge keine Phasen darbietet.

Bei der Vorführung des Sonnensystemprojektors in Verbindung mit dem vom Hauptinstrument dargestellten Fixsternhimmel ist dafür Sorge zu tragen, daß einer der beiden Ekliptikpole, die ja bestimmte Orte zwischen den Sternen des Fixsternhintergrundes einnehmen, so eingestellt wird, daß er mit dem Sonnenbild zusammenfällt. Es wird dadurch die Illusion hervorgerufen, als blicke der Beschauer tatsächlich aus der Richtung des anderen Ekliptikpols auf das Sonnensystem aus einem Abstand von 2,4 Milliarden Kilometer. Es sei bemerkt, daß durch die gegenüber den Fixsternentfernungen geringfügige Ortsveränderung des Beobachters eine parallaktische Verschiebung der Fixsterne noch nicht augenscheinlich wird. Die beiden Fig. 5a und 5b sind 2 Aufnahmen des Planetariumshimmels, die zwei um ein Erdenjahr auseinanderliegende Stellungen der mit dem Sonnensystemprojektor projizierten Planeten wiedergeben. Der Fixsternhimmel zeigt die Umgebung des Ekliptik-Südpols, an dem die Sonne vor der Großen Magellanschen Wolke steht; seitlich gewahrt man das Kreuz des Südens und den Kohlensack. Die von der Erde ausgehenden Verbindungslinien sind hier nachträglich eingezeichnet. Jedoch ist die Möglichkeit vorgesehen, die Blickrichtung eines auf einem beliebigen Planeten wohnenden Beobachters durch eine Lichtlinie anzudeuten, die nach Art des bekannten Planetariumslichtpfeiles projiziert wird und von dem Vortragenden frei an der Planetariumskuppel bewegt werden kann. Da die Bewegung dieser Lichtlinie, wenn man sie einerseits ständig mit der Erde und andererseits abwechselnd mit den übrigen Planeten oder der Sonne verbindet, genau den geozentrischen Bewegungen dieser Mitglieder des Sonnensystems entspricht, so kann man ohne umständliche Erklärung diese geozentrische — mit dem Hauptinstrument darstellbare — Bewegung aus der heliozentrischen ableiten.

Eine etwas veränderte Konstruktion des Sonnensystemprojektors läßt ihn auch in beliebigen anderen Räumen für kürzere Projektionsweiten bis herab zu 4 m bei einer Ausdehnung der ebenen senkrechten oder waagerechten Projektionsfläche von etwa 4.5 m Durchmesser verwendbar sein. Um dabei nicht auf den Fixsternhimmel in der Umgebung des Ekliptik-Süd- oder Nordpols verzichten zu müssen, kann ein kleiner Sonderprojektor, der diese Himmelsfelder darstellt, am Gerät angebracht werden.

Abschließend sei noch eine Zusammenstellung der wirklichen und der „Planetariums"-Umlaufszeiten der Planeten gegeben, um die Präzision des Sonnensystemprojektors zu veranschaulichen.

Planet	Siderische Umlaufszeit in Merkurumläufen	„Planetariums"-Umlaufszeit in Merkurumläufen
Merkur . . .	1,00	1,00
Venus . . .	2,56	2,56
Erde	4,15	4,13
Mars	7,8	7,8
Jupiter . . .	49,2	49,2
Saturn . . .	122,3	121,2

Konstruktiv verwandt mit dem Sonnensystemprojektor ist der *Siriusparallaxenprojektor*, der dem Beschauer des Planetariumshimmels einen zwanglosen und darum verständlichen Einblick in ein fundamentales Problem der Stellarastronomie erlaubt. Ein Stern, an dem die jährliche parallaktische Bewegung im Planetarium demonstriert werden soll, muß folgende Bedingungen erfüllen: 1. Er muß hinreichend hell sein. 2. Er muß eine tatsächlich nachweisbare und genügend bekannte Parallaxe besitzen, die dann im Planetarium vergrößert wird. 3. Er muß eine ekliptikale Breite von etwa 45° haben, damit die entstehende parallaktische

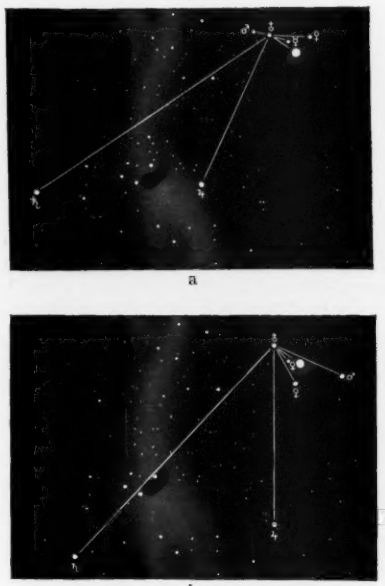


Fig. 5. Zwei Aufnahmen des Planetariumshimmels mit um ein Erdenjahr auseinanderliegenden Stellungen der vom Sonnensystemprojektor projizierten Planeten.

Bewegung die hierfür typische Form einer Ellipse besitzt, deren große Achse parallel zur Ekliptik liegt (vgl. Fig. 6). 4. Er darf im Fixsternprojektor nicht einer Sternplatte angehören, deren Sterne gleichzeitig projiziert werden, sondern muß einen eigenen Projektor haben. Erfreulicherweise erfüllt Sirius alle diese Bedingungen. Seine Parallaxe beträgt 0".36; er ist der uns viertnächste Fixstern. Seine ekliptikale Breite ist — 39° 35′, und obendrein wird für ihn wegen seiner großen Helligkeit (— 1^{m},58) von jeher ein gesonderter Projektor verwendet, der sich an der südlichen Fixsternkugel des Planetariumsinstrumentes befindet.

Es besteht also die Aufgabe, das Bild von Sirius am Planetariumshimmel um seinen mittleren „heliozentrischen" Ort in einer elliptischen Bahn herumzuführen. Während bei den Planeten des Sonnensystemprojektors die Bahnen kreisförmig sind und deshalb durch rotierende Keile konstanten brechenden Winkels erzeugt werden können, hat sich Dr. H. WERNER bei der Konstruktion des Siriusparallaxenprojektors zur Erzeugung der elliptischen Bahn eines BOSKOVICHschen Keils bedient, der ein Prisma mit veränderlichem brechendem Winkel darstellt; er besteht aus einer

plankonvexen und einer plankonkaven Linse, die beide den gleichen Krümmungsradius haben. Werden diese Linsen mit ihren Kugelflächen ineinandergelegt, so

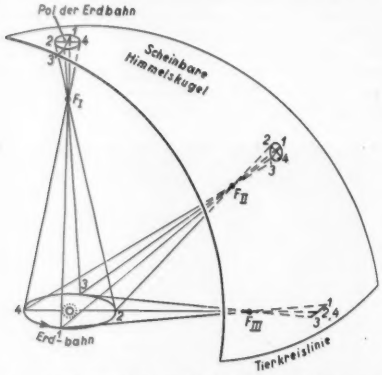


Fig. 6. Entstehung der parallaktischen Bahn eines Fixsterns durch Zentralprojektion der Erdbahn an die scheinbare Himmelskugel. Ein Fixstern F_I im Pol der Ekliptik beschreibt eine kreisförmige parallaktische Bahn. Ein Fixstern F_{III} auf der Ekliptik vollführt eine geradlinige parallaktische Pendelbewegung. Ein Fixstern F_{II} in mittlerer ekliptikaler Breite besitzt eine elliptische parallaktische Bewegung (wie z. B. Sirius).

lassen sich die beiden Planflächen durch Verstellung der optischen Achsen der beiden Linsen gegeneinander neigen.

Zur Erläuterung der Vorgänge bei der Projektion des elliptisch bewegten Sirius diene die Schnittzeichnung Fig. 7. Wir sehen zunächst bei 1 das Projektionsobjektiv, welches für sich allein die Projektion des Sirius auf dessen mittleren Ort vornehmen würde. Die Ablenkung des Lichtstrahls bewirken dann die feststehende Plankonvexlinse 2 und die bewegliche Plankonkavlinse 3; sie bilden zusammen den BOSKOVICH schen Keil. Die mit einer Nut versehene Fassung 6 der Linse 3 wird mittels eines Mitnehmers 8 vom Zahnrad 10 angetrieben. Der Mitnehmer 8 rotiert auf einem Kugellager 9 um die feststehende Fassung 4 der optischen Teile 1 und 2. In einem elliptischen Ausschnitt 5 an der Fassung 4 wird die Fassung 6 der Linse 3 unter Druck der Feder 7 geführt. Beim Umlauf von Linse 3 wird also die Neigung der ebenen Flächen der Linsen 2 und 3 gegeneinander verändert, und zwar maximal im Verhältnis von etwa 2 : 3 entsprechend der ekliptikalen Breite von Sirius. Bei einer Umdrehung der Fassung 6 gegen die Fassung 4 durchläuft mithin das Siriusbild einmal seine parallaktische Bahn, für die eine 10000fache Vergrößerung gewählt wurde.

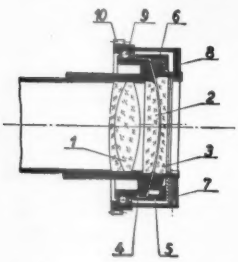


Fig. 7. Schematische Darstellung der optischen und mechanischen Einrichtung des Objektivkopfes des Siriusparallaxen- und -aberrationsprojektors.

Der Antrieb des drehbaren Teiles des Objektivkopfes vom Siriusprojektor S erfolgt, wie Fig. 8 erkennen läßt, von der Antriebsstange 1 für den Jahresgang aus. Eine Zahnradübersetzung 2 überträgt die Jahresbewegung auf ein Antriebsgestänge 4, welches sie über eine zweite Zahnradübersetzung 5 dem drehbaren Teil des Objektivkopfes 6 vermittelt, der die oben beschriebene optische Einrichtung enthält. Ziffer 7 bezeichnet die elektrische Lampenzuleitung. Mittels der Schraube 3 kann die Übertragung der Jahresbewegung auf den Objektivkopf des Siriusprojektors hergestellt oder gelöst werden. Ist die Einstellung des Siriusbildes entsprechend der parallaktischen Verschiebung in Abhängigkeit von der Sonnenlänge erfolgt, so wird Sirius beim scheinbaren Jahreslauf der Sonne eine augenfällige parallaktische Bewegung zeigen, die so groß ist, als wenn er sich

Fig. 8. Der Siriusparallaxen- und -aberrationsprojektor S an der südlichen Fixsternkugel des Planetariumsinstrumentes.

in $^1/_{10000}$ Siriusweiten von der Sonne aufhalten würde. Immer der Sonne zugewendet durchläuft Sirius einmal im Jahr seine elliptische Bahn, die besonders deutlich beim 7-Sekunden-Jahresgang in Erscheinung tritt, und demonstriert so das trigonometrische Verfahren zur Bestimmung von Fixsternentfernungen. Zweckmäßigerweise wird man die Planeten am Jahreslauf teilnehmen lassen, um die Verwandtschaft ihrer geozentrischen Bewegungen mit der parallaktischen Fixsternbewegung zu zeigen.

Die Einstellung des Siriusbildes zur Sonne kann aber auch so vorgenommen werden, daß Sirius beim Jahresgang dieselbe Ellipse als *Aberrations*ellipse beschreibt, deren einzelne Punkte um $^1/_4$ Erdenjahr später als in der Parallaxenellipse durchlaufen werden. Da die halbe große Achse der Aberrationsellipse den (für alle Fixsterne gemeinsamen) Wert 20″,47 hat, so handelt es sich bei der Darstellung der Aberrationsbahn von Sirius am Planetariumshimmel um eine 180fache Vergrößerung. Entsprechend diesem Betrage der Aberrationskonstanten von 1° muß man beim 7-Sekunden-Jahresgang eine Lichtgeschwindigkeit von etwa 8 Milliarden km pro Sekunde voraussetzen.

Die technischen Unterlagen zu den vorstehenden Ausführungen wurden dem Verf. von Herrn Dr. H. WERNER, wissenschaftlichem Leiter der Abteilung As-Plan des Zeißwerks und des Zeiss-Planetariums zu Jena, überlassen.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Anregung von Kettenpolymerisationen durch freie Radikale.

Seit längerer Zeit ist bekannt[1], daß die bei der thermischen Zersetzung von Metallalkylen entstehenden freien Radikale ungesättigte Verbindungen zur Polymerisation anregen können. Es schien nun von Interesse, die Beeinflussung der Polymerisation durch solche freien Radikale zu untersuchen, die sich (wie z. B. das Tripheñylmethyl) in Lösung spontan in einem reversiblen Gleichgewicht bilden. Hierbei war zu erwarten, daß man genaueren Aufschluß über die Reaktionsfähigkeit derartiger Radikale sowie tiefere Einblicke in den Mechanismus der Polymerisationsprozesse erhalten könnte.

Wir ließen auf Styrol bei 100° *Tetraphenyl-bernsteinsäure-dinitril* einwirken, das gemäß dem Schema

$$(C_6H_5)_2\dot{C}(CN)-(CN)\dot{C}(C_6H_5)_2 \rightleftarrows 2\,(C_6H_5)_2\dot{C}(CN)\cdots$$

reversibel in 2 Radikale zerfällt. Da bei 100° der Zerfall höchstens in der Größenordnung von 1% liegt[2], ist entsprechend der Dissoziationsgleichung

$$c_R^2 = k\, c_{Di} \qquad (1)$$

die Konzentration c_R der Radikale proportional der Wurzel aus der eingewogenen Dinitrilkonzentration c_{Di}.

Wie wir fanden, wird die Polymerisation durch dieses Dinitril beschleunigt. Wir bestimmten den Umsatz sowie das Molekulargewicht des Polymeren nach den in früheren Arbeiten beschriebenen Methoden[3]. Die Resultate für 3 Konzentrationen des zugesetzten Dinitrils sowie einen Nullversuch zeigt Tabelle 1. In der 5. Spalte sind die nach 2 Stunden entstandenen Mole des Polymeren angegeben. Die 6. Spalte enthält die Anzahl der zusätzlich durch das Dinitril erzeugten Mole des Polymeren. Diese steigt in sehr guter Näherung mit der Wurzel aus der Dinitrilkonzentration an, wie aus der Figur zu ersehen ist. Die Geschwindigkeit des Primäraktes, durch den die Reaktionsketten in Gang gesetzt werden, ist also gemäß Gleichung (1) proportional der Konzentration der freien Radikale. Daß nicht etwa die Nitrilgruppen, sondern tatsächlich die freien Radikale die Polymerisation anregen, wurde dadurch sichergestellt, daß, wie wir feststellten, das ähnlich gebaute Triphenyl-acetonitril keinen Einfluß auf die Polymerisation hat.

Tabelle 1. Umsatz nach 2 Stunden und Molekulargewicht M des Polymeren in Abhängigkeit von der Dinitrilkonzentration c_{Di}.
Alles ist bezogen auf 1 Mol Styrol (104 g).

$c_{Di}\cdot 10^4$ (Mol Dinitril / Mol Styrol)	$\sqrt{c_{Di}}\cdot 10^2$	Umsatz (% nach 2 Std.)	M	Mol Polymeres $\cdot 10^7$ gesamt	zusätzl.	$M\cdot$Umsatz $\cdot 10^6$
0	0	6,1	230000	2,65	0	1,4
0,6	0,775	7,5	178000	4,21	1,56	1,34
2,0	1,42	8,5	157000	5,41	2,76	1,34
20,0	4,47	12,15	104000	11,9	9,25	1,27

Früher wurde gezeigt, daß für den Fall, daß der Kettenabbruch eine Reaktion zweier wachsender Ketten untereinander ist, die Beziehung

$$P\sqrt{v_A} = \text{const} \qquad (2)$$

gelten muß (bei konstant gehaltener Konzentration des Monomeren)[4]. Zwischen der Geschwindigkeit des Primäraktes v_A, der Bruttogeschwindigkeit v_{Br} und dem Polymerisationsgrad P gilt

$$v_A = v_{Br}/P. \qquad (3)$$

Aus (2) und (3) folgt

$$v_{Br}\,P = \text{const}'. \qquad (4)$$

Nun können wir die Bruttogeschwindigkeit als proportional dem Umsatz nach 2 Stunden (Tabelle 1, Spalte 3) ansehen. Daher muß, wenn die Voraussetzungen, unter denen die Gleichungen (2) und (4) abgeleitet sind, zutreffen, das Produkt aus prozentualem Umsatz (Spalte 3) und Molekulargewicht (Spalte 4) konstant sein. Wie Spalte 7 zeigt, ist das tatsächlich der Fall. Dieses Ergebnis steht also mit der Vorstellung im Einklang, daß immer 2 wachsende Ketten sich gegenseitig abbrechen. Ferner kann man aus den Versuchen schließen, daß die Nitrilradikale nicht merklich kettenabbrechend wirken; sonst müßte bei wachsender Dinitril-

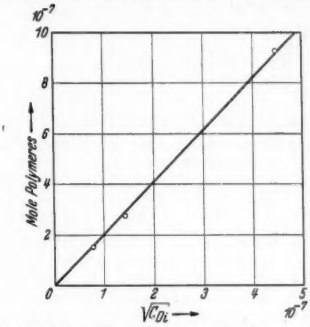


Fig. 1. Zusätzlicher Umsatz nach 2 Stunden in Abhängigkeit von der Dinitrilkonzentration.

konzentration das Molekulargewicht sehr viel stärker abnehmen. Dieses Ergebnis wird verständlich, wenn man annimmt, daß eine freie Valenz am Ende einer wachsenden Kette wesentlich reaktionsfähiger ist als die des Nitrilradikals.

Bestimmt man den Umsatz nach verschiedenen Zeiten, so zeigt sich, daß die beschleunigende Wirkung des Dinitrils bereits nach etwa einer Stunde abgeklungen ist. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, entspricht der Umsatz in der zweiten Stunde hinsichtlich der Menge und des Molekulargewichtes dem Umsatz des Nullversuches[1]. Nimmt man an, daß in jedes gebildete Polymere ein Nitrilradikal eingebaut wird, so zeigt ein Vergleich der eingewogenen Dinitrilmenge ($2{,}75\cdot 10^{-4}$ Mol) und der Molzahl des zusätzlich gebildeten Polymeren (etwa $4\cdot 10^{-7}$), daß durch den Polymerisationsprozeß selbst nur etwa $1^0/_{00}$ des Dinitrils verbraucht sein kann. Da nach einer Stunde keine beschleunigende

Tabelle 2. Zeitlicher Verlauf der Polymerisation.

Dauer Std.	Umsatz in %	Molekulargewicht	Umsatz in Mol des Polymeren
1 Mol Styrol + $2{,}75\cdot 10^{-4}$ Mol Dinitril:			
0,5	4,0	90000	$4{,}45\cdot 10^{-7}$
1,0	6,0	115000	$5{,}27\cdot 10^{-7}$
2,0	9,2	140000	$6{,}58\cdot 10^{-7}$
Ohne Dinitril:			
2,0	6,1	230000	$2{,}65\cdot 10^{-7}$

[1] H. S. Taylor u. W. H. Jones, J. amer. chem. Soc. **52**, 1111 (1930). — P. L. Cramer, J. amer. chem. Soc. **56**, 1234 (1934).

[2] G. Wittig u. H. Petri, Liebigs Ann. **513**, 26 (1934).

[3] G. V. Schulz u. E. Husemann, Z. physik. Chem. (B) **34**, 187 (1936); **36**, 184 (1937); **39**, 246 (1938).

[4] G. V. Schulz u. E. Husemann, Z. physik. Chem. (B) **39**, 246 (1938).

[1] Im Nullversuch werden in 2 Stunden $2{,}65\cdot 10^{-7}$ Mol Polystyrol gebildet; das sind $1{,}32\cdot 10^{-7}$ Mol pro Stunde. Die gleiche Menge Polystyrol, $1{,}31\cdot 10^{-7}$ Mol, wird in der 2. Stunde mit Dinitrilzusatz gebildet, wie aus Tabelle 2 hervorgeht. Das Durchschnittsmolekulargewicht ist natürlich bei Dinitrilzusatz geringer, weil im Reaktionsprodukt noch die anfänglich entstandenen Polymeren mit niedrigerem Molekulargewicht enthalten sind.

Wirkung mehr beobachtbar ist, muß daher nach dieser Zeit die Hauptmenge des Dinitrils durch eine andere Reaktion verbraucht worden sein.

Der naheliegende Gedanke, daß sich das Dinitril in der Hauptmenge an das Styrol gemäß dem Schema:

$$(C_6H_5)_2C(CN)_2 + C_6H_5 \cdot CH = CH_2 = C_6H_5 \cdot CH(CN) - CH_2 \cdot C(C_6H_5)_2(CN)$$

addiert, fand seine Bestätigung, als man das Molverhältnis der beiden Reaktionspartner zugunsten des Dinitrils veränderte. Trägt man 1 g Dinitril in 5 ccm siedendes Styrol ($c_{Di} = 0{,}06$) ein, so tritt für Sekunden die schwache Rosafarbe des Radikals auf, die dann verschwindet. Beim Erkalten scheidet sich das Addukt des Dinitrils an Styrol in farblosen Kristallen vom Schmp. 220° ab, die nach dem Umkristallisieren aus Essigester unzersetzt bei 222—222,3° schmelzen.

$C_{36}H_{28}N_2$. Ber. N 5,7, Gef. N 5,9.

In welchem Umfange die Überlegung zutrifft, daß das *undissoziierte* Dinitril das aufgefundene Anlagerungsprodukt liefert, soll weiterhin untersucht werden[1].

Freiburg i. Br., Chemisches Laboratorium der Universität, den 8. Mai 1939. G. V. Schulz. G. Wittig.

Mischoxydphasen mit unvollständigem Sauerstoffgitter.

Als W. L. Bragg die ersten Übersichten über seine bahnbrechenden Silikatuntersuchungen mitteilte, hob er hervor, daß die Anzahl der Sauerstoff- oder überhaupt der Anionen innerhalb der Grundzelle einer Phase konstant bleibt, auch wenn die Zusammensetzung derselben stetig veränderlich ist[2]. Wird eine gewisse Kationenart allmählich mit einer anderen höherer Wertigkeit ersetzt, so werden aber zur Neutralisierung der Anionenladungen immer weniger Kationen nötig, so daß Lücken im Metallionengitter entstehen.

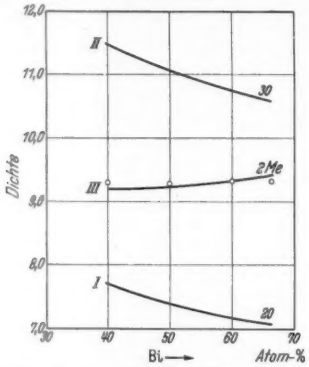


Fig. 1. Dichte der veränderlichen Phase im System PbO $-Bi_2O_3$. Kreise: gemessene Dichte. Kurven: berechnete Dichte unter Annahme von: I, II konstant 2 O bzw. 3 O je Grundzelle, wechselnde Metallionenzahl; III konstant 2 Me je Grundzelle, variierende Sauerstoffionenzahl. Es ist zweifelhaft, ob bei der Zusammensetzung 40 % Bi die Phase rein vorliegt.

In den meisten Phasen veränderlicher Zusammensetzung, die bisher Gegenstand einer röntgenographischen Strukturuntersuchung gewesen sind (eine gute Zusammenstellung findet sich bei Hägg[3]) hat man wie Bragg eine *konstante* Anzahl von *Anionen*, oft aber eine wechselnde Anzahl von Kationen je Grundzelle gefunden. Die einzigen Beispiele eines umgekehrten Verhältnisses, die wir kennen, sind einige Mischfluoridphasen, bei denen es sich nach Hassel und Nilssen[1] (PbF_2-BiF_3) ferner Ketelaar und Willems[2] (SrF_2-LaF_3) um eine Einlagerung von Fluor in das Gitter handelt, während die Zahl der Metallionen konstant zu bleiben scheint. Bei Oxyden ist unseres Wissens ein solcher Sachverhalt bisher nicht nachgewiesen worden.

Wir haben jetzt in den Systemen $PbO-Bi_2O_3$ und $SrO-Bi_2O_3$ Phasen gefunden, deren Atomanordnungen je aus einer „Vollstruktur" MeO_2 hergeleitet werden können, und zwar dadurch, daß eine wechselnde Anzahl von Sauerstoffatomen weggefallen ist, während die Zahl der Metallatome anscheinend konstant bleibt. Der Beweis hierfür ergibt sich aus den gemessenen Dichten (s. Fig. 1), die die Zahl der Metallatome je Zelle festlegen, während die Sauerstoffzahl dadurch gegeben ist, daß bei der chemischen Untersuchung keine höhere Wertigkeit als 2 für Pb und Sr bzw. 3 für Bi gefunden wurde.

Im System $PbO-Bi_2O_3$ tritt zwischen etwa 40—68 Atomprozent Bi (auf die gesamte Metallatomzahl bezogen) eine homogene tetragonale Phase auf, deren Grundzelle immer 2 Metallatome und dementsprechend 2,4—2,7 Atome Sauerstoff enthält. Die Vollstruktur MeO_2 dürfte die folgende sein:

$a = 3{,}9-4{,}1$ Å; $c = 4{,}9-5{,}2$ Å.

D_{4h}^7-P4/nmm 2 Me in 2 (c) $0\,\frac{1}{2}\,z$, $\frac{1}{2}\,0\,\bar{z}$ $z \approx 0{,}22$

2 O in 2 (a) $0\,0\,0$, $\frac{1}{2}\,\frac{1}{2}\,0$

2 O in 2 (e) $z \approx 0{,}70$

Die Metallanordnung kann als ein deformiertes flächenzentriert kubisches Gitter beschrieben werden. Es ist auffallend, daß die letztgenannte Metallanordnung bei einer kubischen Bi_2O_3-Phase in idealer Form auftritt (Sillén[3]); sie tritt ferner deformiert auf beim tetragonalen PbO (Dickinson und Friauf[4]; Levi und Natta[5]), beim tetragonalen β'-Bi_2O_3 (Sillén[3]) und im System $PbO-Bi_2O_3$ auch in einer monoklinen Phase konstanter Zusammensetzung, die 75 Atom-% Bi enthält. Dem flächenzentrierten Metallgitter scheint also bei diesen großen Kationen Pb und Bi (Radius größer als 1 Å) eine besonders große Stabilität, ziemlich unabhängig von Zahl und Lagen der Sauerstoffionen, zuzukommen.

Eine Überstruktur mit 5- oder 6facher a-Achse soll näher untersucht werden.

Im System $SrO-Bi_2O_3$ ist eine rhomboedrische Phase bei etwa 80—85 Atom-% Bi gefunden worden, die in grüngelblichen, glimmerähnlichen Blättern kristallisiert. Die Dichtebestimmungen zeigen, daß sich in jeder rhomboedrischen Zelle 3 Metallatome befinden, außerdem noch 4,2 bis 4,3 O. Die Vollstruktur ist hier, in hexagonaler Beschreibung (9 Me, 12,6 bis 12,8 O. Parameterwerte für 80 % Bi angegeben).

$a = 3{,}96$ Å; $c = 28{,}1-28{,}6$ Å.

$D_{3d}^5-R\bar{3}m$ $(0\,0\,0,\ \frac{2}{3}\,\frac{1}{3}\,\frac{1}{3},\ \frac{1}{3}\,\frac{2}{3}\,\frac{2}{3})+$

3 (Sr, Bi) in 3 (a) $0\,0\,0$

6 Bi in 6 (c) $0\,0\,z$, $0\,0\,\bar{z}$ $z = 0{,}227$

6 O in 6 (c) $z = 0{,}134$

6 O in 6 (c) $z = 0{,}309$

6 O in 6 (c) $z = 0{,}412$.

Es handelt sich also hier um ein typisches Schichtgitter.

In keiner dieser Strukturen sind die Lagen der Sauerstoffatome durch röntgenographische Messungen feststellbar. In beiden Fällen wurden sie aus Raumbetrachtungen ermittelt, wobei sich eine wesentlich verschiedene Anordnung der Sauerstoffatome als unwahrscheinlich (im Falle $SrO-Bi_2O_3$ sogar sehr unwahrscheinlich) herausgestellt hat. In keinem Falle kann man annehmen, daß die Festigkeit des Gitters

[1] Vgl. hierzu die Addition von Triphenylmethyl an Butadien nach Conant u. Mitarb., J. amer. chem. Soc. 55, 3475 (1933).

[2] W. L. Bragg u. J. West, Proc. roy. Soc. Lond. 114, 450 (1927). — W. L. Bragg, Z. Kristallogr. 74, 237 (1930).

[3] G. Hägg, Z. Kristallogr. 91, 114 (1935).

[1] O. Hassel u. S. Nilssen, Z. anorg. u. allg. Chem. 181, 172 (1929).

[2] J. A. A. Ketelaar u. P. J. H. Willems, Rec. Trav. chim. Pays-Bas et Belg. (Amsterd.) 56, 29 (1937).

[3] L. G. Sillén, Ark. Kemi Min. Geol. 12 A, Nr 18 (1937).

[4] R. G. Dickinson u. J. B. Friauf, J. amer. chem. Soc. 46, 2457 (1924).

[5] G. R. Levi u. E. G. Natta, Nuovo Cimento 3, H. 3 (1926).

damit vereinbar wäre, daß die Lücken im Sauerstoffgitter vorzugsweise auf nur eine Atomlage kommen, vielmehr dürften die leeren Stellen über die verschiedenen Sauerstoffflagen ziemlich gleichförmig verteilt sein.

Stockholm, Institut für allgemeine und anorganische Chemie der Universität, den 10. Mai 1939.

LARS GUNNAR SILLÉN. BENGT AURIVILLIUS.

Biotin als Zuwachsfaktor für *Bact. radicicola*.

Innerhalb der Kleegruppe von *Bact. radicicola* konnte für gewisse Stämme festgestellt werden, daß Vitamin B_1 als Zuwachsfaktor funktioniert. Außer Vitamin B_1 ist für das Wachstum ein weiteres Prinzip notwendig, das durch saure Ätherextraktion aus Hefe erhalten werden kann. In dem gewöhnlichen synthetischen Medium wird durch die kombinierte Wirkung von diesem Ätherextrakt und Vitamin B_1 eine Zuwachsförderung erreicht, die der Höhe nach mit der Zuwachsförderung durch native Extrakte einigermaßen vergleichbar ist. Aus dem sauren Ätherextrakt konnte schließlich in kleinen Mengen eine wohl kristallisierte Substanz erhalten werden, die offenbar noch das aktive Prinzip des Ätherextraktes enthielt[1].

In Verfolgung unserer Versuche haben wir in einer größeren Darstellung so viel von der ätherlöslichen Substanz gewonnen, daß daraus durch mehrmaliges Umkristallisieren bis zu konstantem Schmelzpunkt ein analysenreines Produkt erhalten werden konnte. Durch Elementaranalyse und Mischschmelzprobe wurde festgestellt, daß die Substanz aus Bernsteinsäure bestand.

Die in dieser Weise aus Hefe gewonnene Bernsteinsäure verhielt sich im Kombinationsversuch mit Vitamin B_1 etwa wie der nicht gereinigte Ätherextrakt. Ein Bernsteinsäurepräparat von Schering-Kahlbaum für analytische Zwecke erwies sich dagegen als inaktiv. Es war demnach also wohl anzunehmen, daß die Aktivität der von uns aus Hefe erhaltenen Bernsteinsäure einer den Kristallen als Verunreinigung hartnäckig anhaftenden, hochaktiven Substanz zugeschrieben werden mußte. Das aus Hefe gewonnene Präparat wurde deshalb der Hochvakuumsublimation unterworfen, wobei es fast quantitativ sublimierte. Die durch Sublimation gereinigte Substanz erwies sich im Kombinationsversuch mit Vitamin B_1 als inaktiv. Der winzige Rückstand wurde in Wasser aufgenommen, wobei er nur zum Teil in Lösung ging. Durch das Filtrat wurde in Kombination mit Vitamin B_1 ein Bakterienwachstum hervorgerufen, das mit dem nach Zugabe von nativen Extrakten erhaltenen Wachstum der Größe nach vergleichbar ist (etwa 1400 Millionen Bakterien pro ml).

Nach den gemachten Erfahrungen dürfte es sich hier wohl um eine Substanz handeln, die eine beträchtliche biologische Aktivität besitzt. Aus diesen und anderweitigen Gründen haben wir jetzt die Möglichkeit in Erwägung gezogen, daß die hier wirkende Substanz mit dem KÖGLschen Biotin identisch ist.

Dank dem liebenswürdigen Entgegenkommen des Vorstandes des Botanischen Instituts zu Uppsala Herrn Prof. Dr. E. MELIN wurde uns die Möglichkeit geboten, in seinem Laboratorium Versuchsansätze mit einem reinen Biotinpräparat (Biotinmethylester) zu bereiten, das Herrn Professor MELIN von Herrn Professor KÖGL zur Verfügung gestellt worden war.

Unsere Versuche zeigen eindeutig, daß Biotin als Zuwachsfaktor für *Bact. radicicola* wirkt. Die optimale Wirkung wird schon bei einer Konzentration von etwa 0,5 mγ pro ml erreicht. Mit Bezug auf das gleichzeitige Bedürfnis von Vitamin B_1 scheint eine ähnliche Differenzierung vorzuliegen wie diejenige, die wir früher bei Kombinationsversuchen mit Vitamin B_1 und Ätherextrakt aus Hefe beobachtet haben[2]. Es wurde damals festgestellt, daß bei gewissen Stämmen von *Bact. radicicola* der ätherlösliche Zuwachsfaktor allein für das Wachstum genügt, während andere eine gleichzeitige Zugabe von Vitamin B_1 erfordern. Biotin als Zuwachsfaktor wurde bisher an einem Stamm des ersten und zwei Stämmen des zweiten Typus studiert. Es zeigte sich dabei, daß sich der erstgenannte Stamm mit Biotin allein als Zuwachsfaktor begnügt, während für das Wachstum der zwei letztgenannten Stämme eine gleichzeitige Zugabe von Vitamin B_1 erforderlich ist. Das von den reinen Wuchsstoffen hervorgerufene Wachstum erreicht etwa dieselbe Größe wie in Ansätzen mit Hefeextrakt (etwa 1500 Millionen Bakterien pro ml). In den Vegetationsversuchen mit reinen Wuchsstoffen ist eine beträchtliche Induktion des Wachstums vorhanden.

Ein ausführlicher Bericht über unsere Versuchsergebnisse sowie eine eingehende theoretische Erörterung der hier vorliegenden Verhältnisse wird demnächst in den Annalen der Landwirtschaftlichen Hochschule Schwedens erscheinen.

Uppsala, Mikrobiologisches Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule, den 12. Mai 1939.

R. NILSSON. G. BJÄLFVE. D. BURSTRÖM.

Über Spannungswirkungen auf Zellen in vitro nach Messungen der Doppelbeugung

Durch eine geeignete Versuchsanordnung lassen sich an wachsenden Explantaten die bei der Retraktion der Kulturgallerte wirksamen Spannungstrajektorien in ihrem Verlaufe in Gewebe und Medium polarisationsmikroskopisch kenntlich machen[1]. Schwierigkeiten besonders für *quantitative* Bestimmungen der Doppelbrechungsintensität ergeben sich aus der geringen Größe und dem geringen Abstand der leptonischen Teilchen in der Zelle und aus dem geringen Unterschied ihres Lichtbrechungsverhaltens von dem des intermicellaren Mediums. Die optische Anisotropie kann sich aber außer in *Doppelbrechung* und *-absorption* (Polarisationsmikroskopie und Dichroismus) auch in einer *Doppelbeugung* (*Pseudodichroismus, Beugungspolarisation, Dityndallismus*) äußern[2] und ist dann in einer Anordnung nach VLÈS größenmäßig vergleichbar[3] oder mittels der von KÖNIGSBERGER konstruierten Vorrichtung *in absoluten Werten meßbar*[4]. Da der parallel zu den linearen Feinteilchen schwingende elektrische Lichtvektor weniger leicht als der senkrecht zur Hauptdimension der Teilchen schwingende hindurchgeht, ist nach dem Passieren ein gewisser Anteil des Lichtes geradlinig polarisiert. Nach der Grundregel wächst der Polarisationseffekt mit Abnahme der „Gitterkonstante" und Zunahme der durchstrahlten Schichtdicke und der Differenz der Brechungs- und Absorptionskoeffizienten zwischen Micellen und Intermicellarmedium. Mittels Ergänzung des Mikroskops nach Art eines SAVARTschen Polariskops wird der wechselnde Anteil geradlinig polarisierten Lichtes als *Polarisationsgrad* $P = \frac{I_p}{I_u + I_p}$ aus den Intensitäten des polarisierten (I_p) und des unpolarisierten (I_u) Teiles der Lichtwelle gemessen, nachdem mittels drehbarer Glasplatte zwischen der SAVARTschen Doppelkalkspatplatte und dem Analysatornicol die Richtung des Vektors geringerer Intensität (Längserstreckung der leptonischen Elemente) geprüft worden ist. Auch wenn die theoretische Empfindlichkeitsgrenze der Versuchsanordnung ($P = 0{,}01$) selbst bei völligem Eintauchen der wie früher benutzten Versuchsrahmen der Kulturen[5] in Liquidum paraffinum bis heute bei weitem nicht erreicht wird, ergeben sich doch reproduzierbare *Messungsunterschiede in Abhängigkeit von* der Orientierung der Objekte

[1] NILSSON, BJÄLFVE u. BURSTRÖM, Naturwiss. **26**, 661 (1938) — Ann. d. Landwirtsch. Hochschule Schwedens **6**, 299 (1938).

[2] BJÄLFVE, NILSSON u. BURSTRÖM, Naturwiss. **26**, 840 (1938).

[1] H. H. PFEIFFER, Naturwiss. **25**, 447 (1937); **26**, 382 (1938) — Verh. 4. intern. Zellforscherkongreß, Kopenhagen, S. 139 (1937). — O. DÜGGELI, Z. Zellforsch. **26**, 351, 379f. (1937).

[2] H. ZOCHER, Z. physik. Chem. **98**, 293, 316 (1921). — W. J. SCHMIDT, Die Doppelbrechung von Karyoplasma, Zytoplasma und Metaplasma, S. 43. Berlin: Gebr. Borntraeger 1937. — A. FREY-WYSSLING, Submikroskopische Morphologie des Protoplasmas und seiner Derivate, S. 90. Berlin: Gebr. Borntraeger 1938.

[3] FR. VLÈS, Propriétés optiques des muscles, S. 134. Paris: A. Hermann & Fils 1911 (Muskeln), und Livre mém. prof. Cantacuzène, S. 761. Paris: Masson et Cie. 1934 (Eier). — PFEIFFER, Protoplasma **27**, 442 (1937) (Eier, isolierte Protoplasten).

[4] E. GAVIOLA u. P. PRINGSHEIM, Z. Physik **24**, 24 (1924). — G. BOEHM, in: LICHTWITZ-SPIRO-LIESEGANG, Medizinische Kolloidlehre, S. 609, 618, 633, 653. Dresden: Th. Steinkopff 1933. — SCHMIDT, l. c. 156. — PFEIFFER, Chron. Bot. 5 (1939).

[5] PFEIFFER, Naturwiss. **23**, 800 (1935).

zu *den Spannungstrajektorien* in der sich retrahierenden Kulturgallerte. Durch Spalten *subösophagealer Ganglien* des Bauchmarkes von *Corethra*-Larven erhält man zugleich das Material für die Versuchskontrolle, das mittels Simplex jeweils unter 90° gedreht auf die — infolge der erwähnten Versuchstechnik[1] — *einseitig* sich retrahierenden Gallerten gebracht wird. Der polarisatorische Effekt der Ganglien beweist ihre auch polarisationsmikroskopisch bekannte[2] Längsstruktur. Der *Rückgang des Polarisationsgrades P* läßt sich symbat steigender Retraktion des Mediums an dem Ganglienmaterial quantitativ (bei einer Stellung der Glasplatte unter $\varphi = 60°$ von 0,30—0,42 auf 0,12—0,29) verfolgen und ist nur als Folge der heute als *allgemeiner* Charakter des Protoplasmas angesehenen[3] Kontraktion zu deuten. Wie später ausführlich geschildert werden soll, ist das zugleich eine neue Stütze für die von H. Grossfeld angenommene Mitwirkung von Kohäsionskräften[4] beim Wachstum der Zellen in vitro.

Bremen, Kolonial- und Überseemuseum, den 12. Mai 1939.

H. H. Pfeiffer.

Kristallisation von schwach vulkanisiertem Kautschuk durch Druck.

Schwach vulkanisierter Kautschuk ließ sich nach der gleichen Methode, wie sie Thiessen und Kirsch[5] für natürlichen Kautschuk beschrieben haben, zur Kristallisation bringen. *Unterhalb* von +6° C ergeben Proben von derartigem vulkanisierten Kautschuk nach 100 Tagen Lagerungszeit ohne jede Druckbeeinflussung im Röntgenlicht Debye-Scherrer-Diagramme, die den vom kristallisierten Latexfilm erhaltenen entsprechen. Um den Druckeinfluß auch an diesen Vulkanisaten zu prüfen, wurden Proben davon in den früher beschriebenen Kammern unter allseitigen Druck gebracht. Nach einer Versuchsdauer von 100 Tagen zeigte die Probe, die unter 30 at *bei* +6° C aufbewahrt war, ein gut ausgeprägtes Debye-Scherrer-Diagramm, während Proben bei gleicher Temperatur unter Normaldruck nur den Halo amorpher Substanz aufwiesen. Ein Druckeinfluß auf die Kristallisation ist also auch beim vulkanisierten Kautschuk festzustellen. Der Schmelzpunkt der kristallinen Phase lag zwischen +11° und +13° C. Erhöhung des Druckes setzt demnach offenbar die Unterkühlungstemperatur herauf.

Bei +8° C waren gleichartige Proben unter 30 at noch nicht zur Kristallisation zu bringen. Ein *stärker* vulkanisierter Kautschuk ließ sich durch Lagern unter 46 at bei −2° C noch nicht zur Kristallisation bringen, ebenfalls nicht Präparate der unter den Handelsnamen Oppanol B und C, Buna und Acronal bekannten Stoffe. Für derartige Untersuchungen müßten wahrscheinlich niedrigere Temperaturen und höhere Drucke angewandt werden; die Schaffung der experimentellen Voraussetzungen dafür wird gegenwärtig versucht.

Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, den 15. Mai 1939.

P. A. Thiessen. W. Kirsch.

Versuche zur Trennung isotoper Moleküle in einer Gleichstrom-Glimmentladung.

Es ist bekannt, daß in einer Gleichstrom-Gasentladung Druckdifferenzen zwischen Anode und Kathode auftreten und daß bei Gasgemischen eine Separation erfolgt. Während diese durch die verschieden hohe Ionisierungsspannungen der Komponenten erklärt werden kann — das Gas mit der kleineren Ionisierungsspannung reichert sich stets an der Kathode an —, bestehen für die beobachteten Druckdifferenzen mehrere Theorien, die bisher noch keine eindeutige Klärung der Erscheinung erbracht haben (‚Elektrolyttheorie' von Hamburger[6], ‚Impulstheorie' von Skaupy[7], ‚Wandadsorptionstheorie' von Langmuir[8]). Unabhängig von diesen Untersuchungen waren wir durch die Beobachtung, daß in einer mit Neon und Xenon gefüllten, mit Strömen bis zu 60 A Wechselstrom betriebenen Niederspannungslampe[1] bei nicht völlig gleichem Emissionsvermögen der beiden Elektroden eine Entmischung der beiden Gase eintrat, dazu geführt worden, auf diesem Wege den Versuch einer Trennung von Isotopen zu unternehmen.

Wir benutzten zu unseren Versuchen sehr sorgfältig gereinigtes Xenon[2] und variierten die Versuchsbedingungen sehr weitgehend. Nachdem Versuche mit der mit reinem Xenon von ∼10 mm Hg gefüllten Niederspannungslampe erfolglos verliefen, untersuchten wir zunächst eine Gleichstrom-Glimmentladung bei Xenondrucken von einigen $^1/_{100}$ mm bis etwa 2 mm Hg. Die inneren Durchmesser der verwendeten Entladungsrohre lagen zwischen 2 mm (Quarzkapillare) und 14 mm, ihre Längen betrugen von 60 cm bis 1000 cm; die Stromstärken des verwendeten Gleichstroms wurden bis zu 800 mA erhöht bei Spannungen von 5000 V bis 30000 V; die Versuchsdauern betrugen bis zu 10 Stunden. Obgleich eine Verschiebung der Atomgewichte von 0,01 % mit unserer Analysenmethode[2] leicht hätte nachgewiesen werden können, konnten wir bei keinem der zahlreichen Versuche die geringste Änderung in den Atomgewichten zwischen Anoden- und Kathodenseite feststellen. Daß die Trennwirkung bei diesen Versuchen nur gering sein würde, ließ sich deshalb voraussehen, weil der Anteil der Ionen am gesamten Stromtransport bei Edelgasen nur in der Gegend von Promillen liegt, und weil die Ionisierungsspannungen der verschiedenen Isotope des gleichen Elementes praktisch identisch sind. Dennoch war eine Trennwirkung nicht von vornherein auszuschließen, da die leichten Ionen schneller fliegen, jedoch eine geringere Persistenz der Geschwindigkeit besitzen. Außerdem könnte die größere Diffusionskonstante der leichten Ionen eine Rolle spielen. Die Versuche ergaben, daß diese Einflüsse — falls sie überhaupt vorhanden sind — insgesamt so klein sind, daß die Trennwirkung einer Gleichstrom-Glimmentladung für Atome unterhalb unserer Meßgenauigkeit liegt.

Grundsätzlich anders liegen die Verhältnisse, wenn ein zwei- oder mehratomiges Gasmolekül verwendet wird; wir gingen deshalb dazu über, ein Gemisch von schwerem und leichtem Wasserstoff zu untersuchen. Die Entladung bewirkt in einem molekularen Gas Dissoziation der Moleküle, und die Rekombination der entstehenden Atome erfolgt — abgesehen von der Wandkatalyse — in der Gasphase im Dreierstoß. Da die H-Atome um den Faktor $\sqrt{2}$ schneller fliegen als die D-Atome, werden im Gasraum mehr H- als D-Atome rekombinieren, so daß cet. par. mehr D- als H-Atome vorhanden sind. Die Ionisierungsspannung des Wasserstoffatoms ist aber um etwa 2 Volt geringer als die des Wasserstoffmoleküls, so daß die Atome in diesem Fall stärker am Stromtransport beteiligt sind als die Moleküle, und das Ganze läuft darauf hinaus, daß eine Anreicherung des schweren Wasserstoffs an der Kathode zu erwarten ist. Der Betrag der Anreicherung hängt von der stationären Atomkonzentration ab.

Wir führten die ersten Versuche in 2 Rohren von 330 cm und 550 cm Länge bei inneren Durchmessern von 9 mm aus. Die angelegte Gleichspannung betrug 15000 Volt; die Stromstärken waren 240 mA bzw. 430 mA. Das Ergebnis dieser Versuche ist in Fig. 1 wiedergegeben.

Der Druck im Entladungsrohr, an dessen Anoden- und Kathodenseite Volumen von je 4000 ccm angebracht waren, betrug vor Einschalten der Entladung etwa 1,5 mm, so daß die getrennte Gasmenge etwa 20 ccm von Atmosphärendruck ist.

(Es ist zu beachten, daß sich während der Entladung das der jeweiligen Temperatur entsprechende Gleichgewicht zwischen H_2- und D_2-Molekülen einerseits, HD-Molekülen andererseits einstellt. Dadurch wird die Wärmeleitfähigkeit des Gemisches schon ohne die Trennwirkung geändert, so daß stets eine Differenzmessung zwischen schwerer und leichter Seite vorgenommen werden muß.)

Zu einer Abschätzung der Größenordnung der Trennwirkung kann die von Hertz[3] angegebene Formel für die Diffusion eines Gases in einem mit konstanter Geschwindigkeit strömenden Hilfsgas verwendet werden, die die Konzen-

[1] Pfeiffer, Naturwiss. **26**, 382 (1938).
[2] Schmidt, l. c. 274.
[3] E. E. Just, The biology of the cell surface, S. 123. Philadelphia: P. Blakiston's son & Co. 1939.
[4] Siehe Fußnote 5 auf S. 389.
[5] Thiessen u. Kirsch, Naturwiss. **26**, 387 (1938).
[6] L. Hamburger, Z. Elektrochem. **28**, 545 (1922).
[7] F. Skaupy, Z. Physik **2**, 213 (1920).
[8] J. Langmuir, J. Franklin-Inst. **196**, 751 (1923).

[1] P. Harteck u. F. Oppenheimer, Z. physik. Chem. B **12**, 327 (1931). — W. Groth, Z. Elektrochem. **42**, 533 (1936).
[2] W. Groth, Naturwiss. **27**, 260 (1939).
[3] G. Hertz, Z. Physik **19**, 35 (1923).

tration des diffundierenden Gases als Funktion der Entfernung x von der Zuführungsstelle zum strömenden Gas angibt:

$$c = c_0 \cdot e^{-\frac{v \cdot x}{d}},$$

wo d der Diffusionskoeffizient des Gases und v die Geschwindigkeit des Hilfsgases ist. Wenn man für v Werte einsetzt, die den Anteil der Ionen am Gesamtstromtransport und außerdem die verschiedene Konzentration der H- und D-Atome berücksichtigen, gelangt man zu Trennwirkungen, die mit den beobachteten gut übereinstimmen.

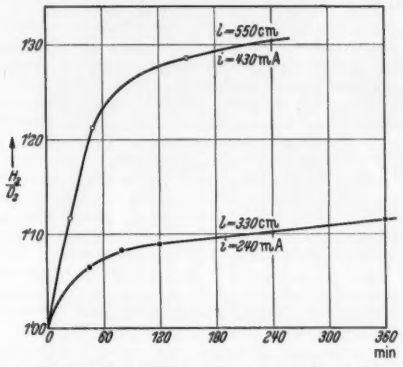


Fig. 1. Verhältnis von H_2 zu D_2 zwischen Kathoden- und Anodenseite zweier Gleichstrom-Glimmentladungsrohre von 330 cm und 550 cm Länge (innerer Durchmesser 9 mm) bei Stromstärken von 240 mA bzw. 430 mA in Abhängigkeit von der Trenndauer.

Diese sind zwar für die Wasserstoffisotope — verglichen mit anderen Trennmethoden — gering. Bei anderen Gasen, z. B. Sauerstoff, Stickstoff usw., ist die Atomgewichtsdifferenz der Isotopen um eine Größenordnung kleiner als bei den beiden Wasserstoffisotopen; dieser ungünstige Faktor dürfte jedoch durch die um eine Größenordnung kleinere Diffusionskonstante der schwereren Moleküle kompensiert werden. Es besteht daher berechtigte Hoffnung, daß in allen Fällen, in denen die Ionisierungsspannungen von Atomen und Molekülen merklich verschieden sind, oder in denen auch negative Molekülionen vorhanden sind, durch eine Glimmentladung das Isotopenverhältnis verschoben werden kann.

Die Untersuchungen wurden durch Mittel ermöglicht, die die Hamburgische wissenschaftliche Stiftung zur Verfügung stellte.

Hamburg, Institut für physikalische Chemie der Hansischen Universität, den 15. Mai 1939.
W. Groth. P. Harteck.

Zur Steuerung der Pflanzenatmung durch Hormone.

Unser Nachweis einer aeroben alkoholischen Gärung[1] bei der Zellteilung in aktiven pflanzlichen Meristemen hatte uns die Vermutung nahegelegt, daß diese Gärung wie auch die in der Streckungsphase erfolgende Umsteuerung zur normalen Atmung der Wirkung der Hormone zu danken sei, welche die Entwicklung selbst steuern. Wir haben seither zunächst mit der gleichen Methodik[1] die uns schon länger bekannte Wirkung der „Wund"- oder „Nekrohormone" untersucht, die eine sorgfältige Reinigung (a. a. O. S. 492) der Gewebepräparate nötig macht, wenn man den genuinen Gaswechsel derselben studieren will.

Unterläßt man das Abspülen, so verändert sich dieser auch bei vielen Dauergeweben, und besonders stark, wenn ihnen kleine Mengen von Preßsaft zugefügt werden, wobei jede Behinderung des O_2-Zutrittes auszuschließen ist. Die fast augenblickliche Reaktion des Gaswechsels besteht in einer oft bedeutenden (z. B. 5—10fachen) Steigerung der CO_2-Produktion und einer meist schwächeren (aber auch zum Teil 2—5fachen) des O_2-Konsums. Der respiratorische Quotient steigt also meist an, kann aber auch sinken. Durch diese Erfahrungen dürften sich die auffallenden Widersprüche in der Literatur über die Frage der „Wundatmung" zum großen Teil aufklären.

Mit der physiologischen Analyse des hormonellen Komplexfaktors „Preßsaft" sind wir beschäftigt, haben aber zuvor noch Versuche mit einigen nach Lucas[1] aus Hefe angereicherten Bioskomponenten (Trennung zum Teil nach Kögl[2]) angestellt, weil uns die Tatsache einer bei restitutionsfreudigen Pflanzen vielfach besonders lebhaften Reaktion vermuten ließ, daß diese Stoffe in deren Zellen in inaktiver Form reichlich enthalten sind, um dann postmortal wirksam zu werden. Kurz gestreift seien hier nur Versuche an Begonia Rex (Blätter) [*b*] und Helianthus annuus (Hypokotyle) [*h*]: Die Fraktion „Bios I" steigerte (in der von uns verwandten Konzentration und hier wie unten bei 26°, in der 1. Versuchsstunde) bei *b* die CO_2-Produktion um über 100%, bei *h* etwas weniger, bei beiden auch den O_2-Konsum, wenn auch nur etwa halb so stark. Erstere wurde durch die Fraktion „Bios III" bei *b* um 74% vermindert, bei *h* sogar um 93%, d. h. fast ganz unterdrückt. Die Fraktion „Bios II" wirkte widerspruchsvoll (Steigerung des O_2-Konsums bei *b* um fast 140%, bei *h* keine Wirkung). Mit der Fraktion „Bios II + III" (vor der Trennung beider) erhielten wir ebenfalls, wie mit III allein, bei beiden Objekten eine nahezu komplette Unterdrückung der CO_2-Produktion.

Die Ergebnisse einiger uns neuerdings bekannt gewordener Versuche aus der amerikanischen Literatur über die Wirkung derartiger, im Wirkstoffgehalt wohl noch recht uneinheitlicher Hefepräparate auf den Gaswechsel von Hefe und von verschiedenen Tiergeweben scheinen gänzlich andersartig und mit den unseren vorläufig nicht vergleichbar.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität, den 17. Mai 1938. W. Ruhland. K. Ramshorn.

Gewebekultur bei Drosophila.

Im Hinblick auf bestimmte, mit der Zelldifferenzierung und mit Wachstumserscheinungen zusammenhängende Fragen haben wir versucht, Gewebe von *Drosophila* in vitro zu kultivieren. Da nach allen vorliegenden gewebezüchterischen Erfahrungen eine Gewebekultur im allgemeinen nur bei embryonalen bzw. noch teilungsfähigen Zellen möglich ist, gingen wir bei unseren Versuchen zunächst von den Blutzellen aus, die nach Ries (1932) bei der Insektenwundheilung die entscheidende Rolle spielen. Die Blutzellen, die in der Hämolymphe von *Drosophila* als freibewegliche Rundzellen auftreten, nehmen nach der Explantation in vitro meist eine spindelförmige Gestalt an, so daß sich eine auffällige morphologische Ähnlichkeit mit den Bindegewebszellen der Wirbeltiere ergibt. Sie vermögen in vitro zusammenhängende Gewebeverbände, mitunter eine Art von „Pseudoepithel", zu bilden. In den Kulturen wurden Mitosen beobachtet. Ob die Hämatozyten sich in ähnlicher Weise wie embryonale Hühnerbindegewebszellen in Dauerkultur züchten lassen, ist eine Frage der Zeit und der Verbesserung unserer Züchtungstechnik, die im wesentlichen auf den Methoden der Vertebratengewebezüchtung aufgebaut ist [vgl. I. Fischer (1937)]. Überraschenderweise vermögen die Hämatozyten in der Kultur Pigment zu bilden. Ähnliches hatte schon Ries bei Implantaten und bei der Wundheilung von Insekten (*Tenebrio*, *Ephestia*, *Periplaneta*) beobachtet. Wir vermuten, daß es sich bei der Pigmentbildung in unseren Kulturen um eine Melanisierung von Zerfallsprodukten aus abgestorbenen Zellen handelt, die von den überlebenden resorbiert werden.

Im Zusammenhang mit entwicklungsphysiologischen Fragen haben wir weiterhin begonnen, Imaginalscheiben von *Drosophila* zu explantieren. Flügel und Beinanlagen differenzierten sich in vitro bis zu einem gewissen Entwicklungsstadium in organotypischer Weise, wenn sie bei der Explantation unverletzt und unbeschädigt blieben. Wurden die Imaginalscheiben bei der Entnahme verletzt, so zeigten sich mitunter Ansätze zu einem histiotypischen Gewebewachstum, wie es für das Wachstum von Gewebekulturen

[1] W. Ruhland u. K. Ramshorn, Planta (Berl.) **28**, 471 (1938).

[1] G. W. H. Lucas, J. physic. Chem. **28**, 1180 (1924).

[2] F. Kögl u. W. van Hasselt, Hoppe-Seylers Z. **242**, 74 (1936).

in vitro charakteristisch ist. Die Versuche geben die Möglichkeit, Fragen der Zelldetermination und Zelldifferenzierung bei Insekten in ähnlicher Weise experimentell zu bearbeiten, wie es z. B. bei den Amphibien geschehen ist.

Wir wählten als Objekt unserer Untersuchungen *Drosophila*, weil bei ihr die genetischen Verhältnisse weitestgehend geklärt sind. Da man hier mit Geweben von verschiedener, bekannter genetischer Konstitution arbeiten kann, ergibt sich die Möglichkeit, Beziehungen zwischen genetischen und entwicklungsphysiologischen Problemen zu verfolgen, und unter anderem den Einfluß von Genwirkstoffen an bestimmten isolierten Zelltypen direkt zu prüfen. Günstig ist weiterhin die geringe Anzahl der Chromosomen, die es gestattet, karyologische Fragen, wie solche der Mitosenmechanik, im Gewebeexplantat zu untersuchen.

Über die Ergebnisse unserer Versuche mit Augenimaginalscheiben erfolgt demnächst eine weitere Mitteilung.

Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Abt. M. Hartmann, Abt. A. Kühn, den 26. Mai 1939.

I. Fischer. G. Gottschewski.

Besprechung.

Handbuch der Vererbungswissenschaft. Herausgegeben von E. Baur † und M. Hartmann. Band II, H., Lieferung 22. Correns, C. †, **Nichtmendelnde Vererbung.** Berlin: Gebrüder Borntraeger 1937. 159 S. und 58 Abbild. 17 cm × 25 cm. Preis brosch. RM 22.50.

Correns widmete sich, seit er endlich in Dahlem als Direktor des Kaiser Wilhelm-Instituts für Biologie die ihm gebührende Wirkungsstätte erhalten hatte, vor allem der Erforschung zweier Problemkreise: der Vererbung des Geschlechts und der Buntblättrigkeit. Auf beiden Gebieten hatte er die Grundlagen geschaffen und ging nun an den konsequenten Ausbau in die Breite und in die Tiefe. Es gibt kaum eine einheimische oder im Garten häufig kultivierte Pflanze, welche bezüglich des Geschlechts oder der Buntblättrigkeit Fragen aufgibt, die er nicht in seine Untersuchungen einbezogen hätte. — Correns hat 1928 die Fülle seiner Ergebnisse und die anderer Untersucher über die Bestimmung und Vererbung des Geschlechts bei Blütenpflanzen zusammenfassend dargestellt und zu einer einheitlichen Theorie ausgebaut. Das Gleiche war auch für den zweiten Problemkreis, die Vererbung der Weißbuntheit, geplant. Diese Darstellung sollte aber darüber hinaus alle Fälle nichtmendelnder Vererbung bei Pflanzen und Tieren umfassen und somit ein Gebiet von größter theoretischer Bedeutung behandeln, auf dem Correns führend war. Es war ihm, dem bis zum letzten Arbeitstag das Experimentieren stets wichtiger als das Schreiben war, nicht mehr vergönnt, das 1928 begonnene Manuskript fertigzustellen. Am 19. Februar 1933 setzte der Tod seinem rastlosen Schaffen ein Ende.

Als mendelnde Vererbung bezeichnet Correns „all das, wofür die Chromosomengarnituren und ihr Verhalten bei der Reduktionsteilung verantwortlich sind". Das sich per exclusionem ergebende Gebiet der „Nichtmendelnden Vererbung" ist naturgemäß recht heterogen. Es werden behandelt: *Direkte Übertragung* (S. 3—8), *Verhalten der Plastidenmerkmale bei Pflanzen* (vom Kern abhängige [S. 8—11] und besonders ausführlich die nichtmendelnden Plastidenmerkmale [S. 11 bis 40 bzw. 51]). Ein weiteres Hauptkapitel ist den reziprok ungleichen Bastarden gewidmet, darin werden besprochen *Biaiomorphosen* („der mütterliche Organismus, in dem das Kreuzungsprodukt heranreift, übt auf diesen einen Zwang aus"), S. 53—60, *Arithmomorphosen* („die beiderlei Eltern steuern nicht die gleiche Zahl von Genen für eine bestimmte Eigenschaft bei"), *Heterogametie und Anisogamie* S. 60—62, *Nachwirkungserscheinungen des mütterlichen Genoms* S. 62—69, *Patro- und Metroklinie und -morphie* S. 69—89 und *Plasmonwirkungen* S 89—119. Die *Ausschaltungsversuche* werden besonders dargestellt (S. 119—125). Im Schlußkapitel: „Ein Versuch, das Zusammenwirken von Genom und Plasmon zu deuten" (S. 126—131), entwickelt Correns seine schon früher vorgetragene Auffassung von der spezifischen Struktur des Plasmons als einem Teil des Idiotypus. Im Plasmon spielen sich die eigentlichen Entwicklungsvorgänge ab und werden von den Genen, deren Wirkung quantitativer Natur ist, nur gesteuert und verändert. „Man kann sich vorstellen, daß ein Merkmal ohne die Mitwirkung eines Genes zustande kommt, aber nicht ohne die des Plasmons". — Die überaus gründliche Bearbeitung des weiten Gebietes der nichtmendelnden Vererbung, in der auch die Ergebnisse vieler vorher nicht veröffentlichter eigener Versuche mitgeteilt werden, ist auch heute noch von unschätzbarem Wert, obwohl Correns im wesentlichen nur die bis 1930 erschienenen Arbeiten berücksichtigen konnte. Die Darstellung wird besonders auch wegen der vollständigen Berücksichtigung der älteren, teilweise in Vergessenheit geratenen Literatur noch für lange Zeit als Grundlage für weitere Forschungen dienen können.

Die schwierige Aufgabe, das unvollendete Manuskript herauszugeben, hat F. v. Wettstein in Erfüllung eines letzten Wunsches des Verf. übernommen. Inzwischen war eine Fülle wichtiger Experimentalarbeiten neu erschienen, und die Auffassungen über das eigentliche Arbeitsgebiet von Correns, die nichtmendelnde Buntblättrigkeit, hatten sich besonders durch die Rennerschen Untersuchungen, weitgehend gewandelt. Daher kann der vom Herausgeber gewählte Weg, die Correnssche Niederschrift unverändert wiederzugeben und die notwendig gewordenen, größeren und kleineren Einschaltungen und Nachträge, besonders zu kennzeichnen, als beste Lösung bezeichnet werden. Durch die Nachträge v. Wettsteins, welche die bis 1936 erschienene Literatur vollständig und kritisch verarbeiten, hat der Artikel an aktuellem Wert sehr gewonnen. Von größeren Einfügungen seien die über Vererbung der Weißbuntheit (S. 40—51) und über Plasmonvererbung (S. 106—115), sowie die Zusammenstellung der bisher gefundenen haploiden Blütenpflanzen (S. 89) erwähnt. — Eine Reihe von sinnentstellenden Druckfehlern sind auf einem besonderen Blatte berichtigt worden, das den Subskribenten des Handbuchs der Vererbungswissenschaft übermittelt wurde oder vom Verlage angefordert werden kann.

Eckhard Kuhn, Hamburg.

Berichtigung
zur Mitteilung von E. Kordes über die „Berechnung von Wirkungsradien von Ionen aus ihrer Molrefraktion".

Naturwiss. 27, 30—31 (1939).

In der 25. Zeile des Textes muß es heißen $\left(\frac{1}{\sqrt[3]{MR}}\right)^{2/3}$ statt $\left(\frac{1}{\sqrt{MR}}\right)^{2/3}$.

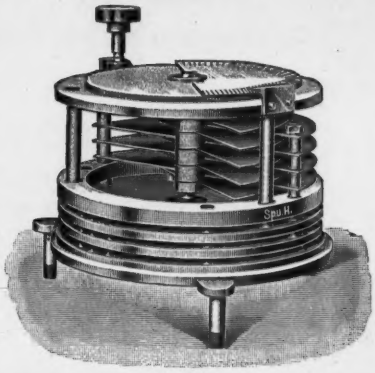
Der Proportionalitätsfaktor bei den edelgasunähnlichen Ionen ist 1,19; im Text steht versehentlich 1,29.

E. Kordes.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Fritz Süffert, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Bisher hat die NS-Volkswohlfahrt 5787 Dauerkindergärten errichtet.

SPINDLER & HOYER Kom.-Ges.
Mechanische und optische Werkstätten
GÖTTINGEN 40



Dreh-Kondensatoren
von 100—3000 *pF*

Fest-Kondensatoren
von 5—100000 *pF*

nach den Modellen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

Verlangen Sie Liste

Vor kurzem erschien:

Gärungschemisches Praktikum

Von

Dr. **Konrad Bernhauer**

a. o. Professor an der Deutschen Universität in Prag
Leiter der Biochemischen Abteilung des Chemischen Laboratoriums

Zweite Auflage

Mit 40 Abbildungen. XX, 317 Seiten. 1939. RM 15.—; gebunden RM 16.50

Inhaltsübersicht:

Einleitung. Bedeutung und Entwicklung der Gärungschemie. A. Bedeutung der Gärungschemie. B. Einige Richtlinien zur Lösung der theoretischen und praktischen Aufgaben der Gärungschemie. C. Charakteristik und Übersicht der Gärungsvorgänge. D. Geschichtliche Entwicklung und Probleme der Gärungschemie in wissenschaftlicher und technischer Hinsicht. Erster Teil: **Allgemeine Methoden der Gärungschemie.** I. Methoden zur Züchtung und Charakterisierung der Gärungsorganismen. A. Geräte und Nährsubstrate zur Kultivierung der Gärungsorganismen. B. Methoden zur Züchtung und Charakterisierung der Gärungsorganismen. C. Übersicht der wichtigsten Gärungsorganismen (morphologische und physiologische Kennzeichnung derselben). II. Methoden zur Durchführung der Gärungen (Gärungstechnik). A. Gärgefäße und Geräte. B. Die Durchführung der Gärungen. C. Anhang: Prinzipielles über die Aufarbeitung der Gäransätze. Zweiter Teil: **Übungsbeispiele.** I. Hefegärungen. A. Züchtung von Hefe und Herstellung von Hefezubereitungen. B. Die alkoholische Gärung. C. Die Glyceringärungen und die Gewinnung sowie Umwandlung von Zwischenprodukten. D. Acyloinsynthesen und Hydrierungen bei der Hefegärung. II. Anoxydative Bakteriengärungen. A. Die Milchsäure und Propionsäuregärung. B. Butyl- und Aceton-Gärungen. C. Cellulosevergärungen. III. Oxydative Bakteriengärungen. A. Die Essiggärung. B. Erzeugung von Zuckerarten. C. Bildung und Abbau von Zuckercarbonsäuren. IV. Schimmelpilzgärungen. A. Kultivierung der Pilze und einfache Oxydationsprozesse. B. Oxydative Säuregärungen der Schimmelpilze. Anhang I: Allgemeine Einrichtungen und Anordnungen im gärungschemischen Laboratorium. Anhang II: Umrechnungstabellen und Leitlinien der Protokollführung. Allgemeines Sachverzeichnis. Spezielles Sachverzeichnis: Bildung, Umwandlung, Nachweis und Bestimmung der wichtigsten Gärprodukte.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Handbuch der Astrophysik

Herausgegeben von

G. Eberhard A. Kohlschütter H. Ludendorff

Zuletzt erschien: **Band VII**

Ergänzungsband

Berücksichtigend die Literatur bis Ende 1934
nebst einem Generalregister des Gesamtwerkes

Mit 110 Abbildungen. IX, 755 Seiten. 1936. RM 126.—; gebunden RM 129.—

Inhaltsübersicht:

Band I: Kap. 3. Spektroskopie. Von K. W. Meissner-Frankfurt a. M. — Kap. 5. Apparate und Methoden zur Messung der Gesamtstrahlung der Himmelskörper. Von W. E. Bernheimer-Wien. — **Band II:** Kap. 1. Theoretische Photometrie. Von E. Schoenberg-Breslau. — Kap. 2. Spektralphotometrie. Von H. Brück-Potsdam. — Kap. 3. Kolorimetrie. Von H. von Klüber-Potsdam. — Kap. 4. Lichtelektrische Photometrie. Von H. Rosenberg-Kiel. — Kap. 5. Photographische Photometrie. Von G. Eberhard-Potsdam. — Kap. 6. Visuelle Photometrie. Von W. Hassenstein-Potsdam. — **Band III:** Kap. 2 und 8. Thermodynamik der Sterne und Pulsationstheorie. Von B. Strömgren-Kopenhagen. — Kap. 3. Die Ionisation in den Atmosphären der Himmelskörper. Von B. Strömgren-Kopenhagen. — Chapter 4. The Principles of Quantum Theory. By S. Rosseland-Oslo. — Kap. 5. Gesetzmäßigkeiten in den Serienspektren. Von W. Grotrian-Potsdam. — Kap. 6. Theorie der Multiplettspektren. Von O. Laporte-Ann Arbor, Michigan. — Kap. 7. Bandenspektra. Von K. Wurm-Potsdam. — **Band IV:** Kap. 1. Strahlung und Temperatur der Sonne. Von W. E. Bernheimer-Wien. — Chapter 2. Solar Physics. By G. Abetti-Firenze. — Chapter 3. Eclipses of the Sun. By S. A. Mitchell-Charlottesville, Va. — Kap. 4. Die physische Beschaffenheit des Planetensystems. Von K. Graff-Wien. — Kap. 5. Kometen und Meteore. Von A. Kopff-Berlin-Dahlem. — **Band V:** Kap. 1. Klassifizierung und Beschreibung der Sternspektren. Von Fr. Becker-Bonn. — Kap. 2. Zur Statistik der Spektraltypen. Von Fr. Becker-Bonn. — Kap. 3. Die Temperaturen der Fixsterne. Von W. Becker-Potsdam. — Chapter 4. Luminosities, Colours, Diameters, Densities, Masses of the Stars. By K. Lundmark-Lund. — Chapter 5. Stellar Clusters. By H. Shapley-Cambridge, Mass. — Chapter 6. The Nebulae. By H. D. Curtis-Ann Arbor, Michigan. — Kap. 7. Die Milchstraße. Von B. Lindblad-Stockholm. — **Band VI:** Chapter 1. The Radial Velocities of the Stars. By K. G. Malmquist-Stockholm. — Kap. 2. Die veränderlichen Sterne. Von H. Ludendorff-Potsdam. — Chapter 3. Novae. By F. J. M. Stratton-Cambridge. — Kap. 4. Doppelsterne. Von W. Rabe-München. — Erläuterungen zu den Abkürzungen. — Sachverzeichnis zu Band I—VII.

Die übrigen Bände:

Band I: **Grundlagen der Astrophysik.** I. Teil. Mit 299 Abbildungen. XII, 564 Seiten. 1933. RM 96.—; gebunden RM 99.—

Band II: **Grundlagen der Astrophysik.** II. Teil. 1. Hälfte. Mit 134 Abbildungen. XI, 430 Seiten. 1929. RM 59.40; gebunden RM 62.10

2. Hälfte. Mit 85 Abbildungen. VII, 322 Seiten. 1931. RM 48.60; gebunden RM 51.48

Band III: **Grundlagen der Astrophysik.** III. Teil. 1. Hälfte. Mit 44 Abbildungen. X, 473 Seiten. 1930. RM 66.60; gebunden RM 69.30

2. Hälfte. Mit 131 Abbildungen. VIII, 358 Seiten. 1930. RM 52.92; gebunden RM 55.80

Band IV: **Das Sonnensystem.** Mit 221 Abbildungen. VIII, 501 Seiten. 1929. RM 68.40; gebunden RM 70.92

Band V: **Das Sternsystem.** I. Teil. 1. Hälfte. Mit 173 Abbildungen. X, 574 Seiten. 1932. RM 96.—; gebunden RM 99.—

2. Hälfte: Mit 118 Abbildungen und 2 Tafeln. X, 582 Seiten. 1933. RM 96.—; gebunden RM 99.—

Band VI: **Das Sternsystem.** II. Teil. Mit 123 Abbildungen. IX, 474 Seiten. 1928. RM 59.40; gebunden RM 61.83

Jeder Band ist einzeln käuflich, Bandteile werden nicht einzeln abgegeben.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Hierzu zwei Beilagen vom Verlag Julius Springer in Berlin.

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5. DA. I. Vj. 3039. — Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Printed in Germany.